







Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin

---

Jahrgang 1915

Mit zahlreichen Figuren im Text



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Druck der K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Inhalt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Seite

Besprechungen.

Miscellanea.

Personalia.

Sachregister
zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1915.

Die Original-Mitteilungen sind *kursiv* gedruckt.

*



Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zu G. Tschermak's Aufsatz „Über die chemische Zusammensetzung tonerdehaltiger Augite".

Von **H. E. Boeke** in Frankfurt a. M.

Vor kurzem [1] wies ich durch Zusammenstellung und graphische Darstellung der Analysen tonerdehaltiger Augite nach, daß die alte, von G. Tschermak u. a. herrührende Auffassung dieser Augite als Mischkristalle verschiedener willkürlich gewählter Silikate, wie das Diopsidsilikat $CaSiO_3 . (Mg, Fe, Mn)SiO_3$ (Di), das Enstatitsilikat $(Mg, Fe, Mn)SiO_3$ (En), die hypothetischen Silikate $(Mg, Fe, Mn)(Al, Fe)_2SiO_6$ (Ts) und $Ca(Al, Fe)_2SiO_6$ (Tc) nicht genügend begründet ist. Für die ursprüngliche Tschermak'sche Annahme des Komponenten Di und Ts wurde dieser Nachweis näher durchgeführt, für die anderen Komponenten (auf p. 448 meines Aufsatzes) nur allgemein angedeutet, weil das Verfahren bei der angewandten graphischen Darstellung sehr einfach ist: man trägt die für einen bestimmten Augit als Komponenten angenommenen Verbindungen in die Projektion ein und sieht zu, ob der Augitpunkt innerhalb des von den Komponentenpunkten umschriebenen Raumes liegt. Ist dies der Fall, so kann der Augit als Mischung dieser Komponenten gedeutet werden, was jedoch nur eine rein rechnerische Operation bleibt und über die chemische Bindung der Bestandteile des Augits nichts aussagt.

In meiner erwähnten Abhandlung kam ich zu dem Schluß, daß nur eine feste Lösung der am Augitaufbau beteiligten Oxyde mit Sicherheit aus den bisherigen Augitanalysen gefolgert werden kann. Die chemische Bindung der Oxyde im Kristall, welche zweifellos vorhanden ist, bildet zurzeit noch ein Problem, zu dessen Lösung ganz andere Methoden angewandt werden müssen als die statistische Umrechnung von Analysen.

Trägt man die Augitanalysen in eine Tetraederdarstellung mit den Komponenten SiO_2, CaO, $(Mg, Fe, Mn)O$ und $(Al, Fe)_2O_3$ ein, so bilden die Sättigungsgrenzen des Augitmischkristalls die Oberfläche eines unten abgeflachten birnförmigen Körpers. Zur Beurteilung der Beziehung der Alkaliaugite zu den alkalifreien fehlen zurzeit noch die genügenden Grundlagen.

[1] H. E. Boeke, Zeitschr. f. Kristallogr. 1914. **53**. p. 445.

Gegen diese Ergebnisse hat nun Herr Tschermak[1] vor kurzem Stellung genommen, indem er die alte Annahme der Komponenten Di, Ts, Tc und En für die tonerdehaltigen Augite von neuem betont. Weil die Sache allgemeines Interesse besitzt, möchte ich ihr noch einige Zeilen widmen.

Die Frage, welche Komponenten in Mischkristallen und Silikatsystemen überhaupt anzunehmen sind, ist hauptsächlich eine solche der Zweckmäßigkeit. So ist es zweckmäßig, die Plagioklase als Mischkristalle von Albit und Anorthit aufzufassen[2], wenn auch das Auffinden des Anemousits (Washington und Wright) das Hinzuziehen weiterer Komponenten zum Plagioklasmischkristall notwendig zu machen scheint. Ebenso hat die Deutung des Nephelins als Mischkristall von $(Na, K)AlSiO_4$ und SiO_2 (Foote und Bradley) die vielumstrittene Frage der Nephelinzusammensetzung befriedigend gelöst. Andererseits war die Auffassung von $MgSiO_3$ als einzige Komponente eines Einstoffsystems recht unzweckmäßig, weil dadurch eine fünfte Modifikation dieses Silikats vorgetäuscht worden ist (Allen, White, Wright und Larsen). Erst als man $MgSiO_3$ als besonderen Punkt im Zweistoffsystem $MgO—SiO_2$ betrachtete, stellte es sich heraus, daß die Verbindung $MgSiO_3$ inkongruent schmilzt und daß aus der Schmelze der Zusammensetzung $MgSiO_3$ eine Mischung von Forsterit Mg_2SiO_4 und SiO_2 auskristallisiert an Stelle des einheitlichen Metasilikats (Andersen und Bowen).

Die angeführten Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, daß für Mischkristalle und Silikatsysteme überhaupt zwar z. T. bestimmte Verbindungen als Komponenten angenommen werden können, daß aber die Auffassung der Systeme als solche der beteiligten

[1] G. Tschermak, Min. u. petr. Mitt. 1914. **32.** p. 520. Die Äußerung von G. Tschermak (p. 528) über die von mir befolgte Methode zur Projektion der Raumpunkte im Tetraeder auf drei Ebenen: „Die Berechnung der Koordinaten auf jenen drei Ebenen erfolgt ähnlich wie die Berechnung der isomorphen Verbindungen, indem die Differenzen der atomistischen Verhältnisse benutzt sind. Dieselbe geht also von der gleichen Voraussetzung, nämlich von der Annahme chemischer Verbindungen der Komponenten aus, ...“, kann nur auf Mißverständnis beruhen. Die Berechnung der Koordinaten ist lediglich eine geometrische Operation, die mit der Annahme chemischer Verbindungen nichts zu tun hat.

[2] Es ist wohl auf den Erfolg bei der Deutung der Plagioklase als Mischkristalle von Ab und An zurückzuführen, daß man viele andere verwickelt zusammengesetzte Silikate als Mischkristalle bestimmter, einander chemisch fernstehender Verbindungen erklärte, z. B. Skapolith mit den Komponenten Meionit und Marialith, Chlorit mit den Komponenten Serpentin und Amesit (Tschermak). Besonders beim Chlorit fehlt noch die statistische Behandlung neuer zuverlässiger Analysen oder die noch mehr ausschlaggebende synthetische Untersuchung zur Prüfung der Tschermakschen Auffassung.

Oxyde immer zutrifft und am besten vor Fehlschlüssen schützt. Im Falle der Mischkristalldeutung besagt diese Auffassung nicht mehr, als aus den Analysen gefolgert werden kann. Im übrigen ist nach den neueren Untersuchungen gerade bei den Silikaten die Bildung fester Lösungen möglich, auch abgesehen von jeder chemischen Übereinstimmung der Komponenten oder von Isomorphie in engerem Sinne. Infolgedessen bleiben die Verbindungen, die in der festen Lösung vorhanden sind, unbekannt. Solange wir den inneren Molekularbau der Kristalle nicht kennen, ist nur die Angabe der Mischungsgrenzen nach dem Befund der chemischen Analysen (welche ja über die Bindung der Bestandteile nichts aussagen) und somit nach dem Gehalt an den verschiedenen beteiligten Oxyden eine hypothesenfreie. Um völlig folgerichtig zu sein, müßte man sogar die chemischen Elemente als Komponenten wählen, aber die Erfahrung hat genügend gezeigt, daß man ohne Bedenken Oxyde als Komponenten annehmen kann und nicht auf die chemischen Elemente zurückzugreifen braucht.

Durch den rein zufälligen Umstand, daß die sechs von G. Tschermak im Jahre 1871 berücksichtigten Augite sich nahezu als Mischungen der Silikate Di und Ts auffassen ließen, ist eine gewisse Vorliebe für das hypothetische Silikat $Mg Al_2 Si O_6$ (Ts) entstanden. In reinem Zustande ist ein solches Silikat jedoch bislang weder angetroffen noch künstlich dargestellt worden. Sollte aber das Silikat $Mg Al_2 Si O_6$ wirklich existieren, so bleibt trotzdem seine Annahme als Augitkomponente eine Spekulation [1]. Dasselbe gilt für das hypothetische Silikat $Ca Al_2 Si O_6$ (Tc). Hier geht sogar aus der umfangreichen, im Geophysikalischen Institut zu Washington ausgeführten Bearbeitung des Systems $Ca O—Al_2 O_3—Si O_2$ (Shepherd und Rankin) hervor, daß ein solches Silikat sich aus der Schmelze der drei Komponenten nicht bildet.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Annahme bestimmter Silikate als Augitkomponenten nach unseren bisherigen Kenntnissen keine Berechtigung besitzt, daß aus den Analysen vielmehr nur eine feste Lösung der beteiligten Oxyde mit bestimmten Sättigungsgrenzen gefolgert werden kann, wobei natürlich keineswegs eine chemische Bindung dieser Oxyde im Kristall in Abrede gestellt wird. —

Es tut mir leid, daß Herr Tschermak meine sachlichen Ausführungen mit persönlichen Bemerkungen beantwortet hat. Ich möchte darauf nicht eingehen.

Mineralogisch-petrogr. Inst. der Universität Frankfurt a. M.

[1] Die Fig. 1 in Tschermak's Aufsatz, die außerdem als einzige Projektion eines Raumgebildes keine Beweiskraft besitzt, ist nicht geeignet, die dort gemachte Annahme wahrscheinlich erscheinen zu lassen.

Das Wasser im Desmin ist chemisch gebunden.

Von **A. Beutell** und **K. Blaschke** in Breslau.

Mit 4 Textfiguren.

Rinne (N. Jahrb. f. Min. etc. 1899. I. p. 1—31) hatte durch Erhitzen von kristallisiertem Chlorbaryum und Kupfersulfat gefunden, daß außer den wasserfreien Salzen noch zwei, beziehentlich drei verschiedene Hydrate existierten. Ein in die Salzpulver eingetauchtes Thermometer stieg während des Erhitzens sprungweise, weil während der Zersetzung eines Hydrates die zugeführte Wärme zum Absieden des Wassers verbraucht wurde. Versuche, die er in gleicher Weise mit Desmin vornahm, lieferten hingegen einen kontinuierlichen Anstieg der Temperatur, ohne daß sich Sprünge von einem Hydrat zum anderen bemerkbar machten. „Es stellten sich je nach dem Wärmegrad und der Wasserführung der Umgebung bestimmte Gehalte an H_2O als Ausdruck von Gleichgewichtszuständen ein, ohne daß im allgemeinen einfache multiple Molekularverhältnisse vorlagen" (Fortschritte der Mineral. 1913. **3**. p. 162). Die eingehenden Untersuchungen von Friedel (Soc. Minéral. 1896. **19**. p. 94—118) am Analcim, Harmotom, Heulandit und Chabasit sind mit den Rinne'schen Anschauungen in völliger Übereinstimmung. Die Formulierung der Friedel'schen Resultate, die darin gipfelte, daß das Wasser der Zeolithe nicht chemisch gebunden sei, sondern sich wie in einem Schwamm aufgesaugt fände, stieß unter den Mineralogen kaum auf Widerspruch. In einer sehr elegant durchgeführten Arbeit zeigt Rinne (N. Jahrb. f. Min. etc. 1897. I. p. 41, und Fortschritte der Mineral. 1913. **3**. p. 159—183), daß die Lage der optischen Achsen des Desmins durch die Entwässerung außerordentlich stark beeinflußt wurde. Die Achsen passieren viermal die Nullage und öffnen sich dann wieder in einer anderen Ebene. Sehr bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Einachsigkeit sehr angenähert mit fünf, vier, drei und zwei Molekülen Wassergehalt zusammenfällt.

Bei der prinzipiellen Bedeutung, welche die Bindung des Wassers in den Zeolithen besitzt — denn es handelt sich darum, zu entscheiden, ob sie kristallisierte Kolloide sind —, haben wir es unternommen, der Frage nochmals experimentell näher zu treten. Einerseits ermutigten uns hierzu die erwähnten Rinne'schen Resultate, anderseits schienen die Versuche Friedel's einen Fingerzeig zu enthalten, in welcher Richtung eine Klärung zu erwarten sei. Aus zwei Entwässerungskurven, die Friedel unter sonst gleichen Bedingungen für Analcim als feines Pulver und in Stückchen von 2—3 mm erhalten hat (Soc. Minéral. 1896. **19**. p. 97), muß geschlossen werden, daß ihr Verlauf von der Korngröße wesentlich beeinflußt wird. Der Wassergehalt der Zeolithe würde sich hiernach nicht als eine Funktion der Temperatur und der

Luftfeuchtigkeit allein darstellen, sondern es müßte außerdem die Kohäsion in Rechnung gesetzt werden. Falls sich unsere Hypothese bewahrheiten sollte, würden die kontinuierlichen Entwässerungskurven dadurch zu erklären sein, daß bei einer bestimmten Temperatur infolge der Verzögerung durch die Kohäsion im Innern eines Massenteilchens das erste Wassermolekül, an der Oberfläche bereits das zweite absieden würde. Die Wässerungskurven hingegen müßten bei chemischer Bindung des Wassers, weil der Einfluß der Molekularattraktion ausgeschaltet ist, zickzackförmig verlaufen.

Eine ausführliche Darstellung der Versuchsmethoden wird erst die Dissertation von K. Blaschke bringen; hier beschränken wir uns auf eine Zusammenstellung der wichtigsten, in dieser Richtung erhaltenen Resultate.

Als Material zu den Versuchen diente der bekannte strahlige Desmin aus dem Granit von Striegau, dessen Analyse die folgende Zusammensetzung ergab:

SiO_2	56,35 %
Al_2O_3	16,80 „
CaO	7,56 „
Na_2O	0.82 „
K_2O	0,58 „
H_2O	17,79 „
Summe . .	99,90 %

Durch Umrechnung des Na_2O und K_2O in CaO ergibt sich die Formel

$$6\,SiO_2,\ Al_2O_3,\ CaO + 6{,}4\,H_2O.$$

Es wurden zunächst Entwässerungskurven bei verschiedenen Temperaturen aufgenommen, und zwar arbeiteten wir, um auch möglichst niedrige Temperaturen heranziehen zu können, im hohen Vakuum, das mit einer Beutell'schen Quecksilberpumpe (dieses Centralbl. 1911. No. 15. p. 491—495) hergestellt wurde. In einem Kellerraum, der eine ziemlich konstante Temperatur von etwa 17° aufwies, ergab sich in 87 Stunden die in Fig. 1 dargestellte Entwässerungskurve, doch war die Entwässerung für diese Temperatur noch nicht beendet. Da die Entwässerung bei Zimmertemperatur nur sehr langsam fortschritt, wurde der Desmin in ein Rohr gebracht, das in einem angeschmolzenen Ansatz P_2O_5 zur Absorption des Wasserdampfes enthielt. Nach dem Evakuieren wurde dasselbe an einer vorher angebrachten Verengung abgeschmolzen. Erst nach 4 Wochen wurde das Rohr zum erstenmal geöffnet; der Wasserverlust des Desmin betrug 10,46 %. Nachdem wieder evakuiert und abgeschmolzen war, trat in drei weiteren Wochen noch ein Wasserverlust von 0,27 % ein, so daß der Ge-

samtverlust 10,73 % betrug. Die Fortsetzung ergab keinen weiteren Gewichtsverlust. Ein ebenso angestellter Parallelversuch ergab im Maximum 10,92 % H_2O; der geringe Unterschied dürfte sich durch etwas höhere Versuchstemperatur erklären. In Molekülen ausgedrückt, entsprechen die gefundenen Endwerte 3,88 beziehentlich 3,90 Molekülen. Der eingetretene Gleichgewichtszustand entspricht somit keinem einfachen Molekularverhältnis.

Bei 100° im Vakuum wurde das Gleichgewicht bereits in 53 Stunden erreicht, wobei der Desmin 14,72 % H_2O oder 5,31 Moleküle verlor. Fig. 2 stellt die Entwässerungskurve bei 100° dar.

Bei den folgenden, in Fig. 3 veranschaulichten Versuchen wurde die Entwässerung bei 200° begonnen, doch wurde die Tem-

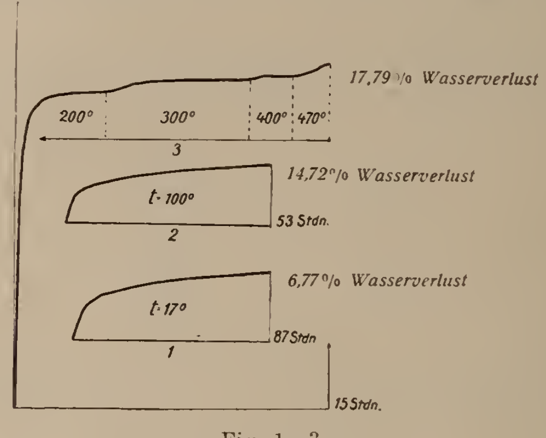


Fig. 1—3.

peratur gesteigert, als sich nur noch wenig Wasserdampf entwickelte. Der letzte Rest des Wassers trat im Vakuum bei 470° aus, während bei gewöhnlichem Druck Glühhitze erforderlich ist.

Die im hohen Vakuum bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen erzielten Resultate haben somit ebensowenig auf einfache Molekularverhältnisse geführt, wie die Versuche von Rinne und Friedel.

Um nichts unversucht zu lassen, wurden noch einige Erhitzungskurven bei gewöhnlichem Luftdruck mit der Apparatur von K. Friedrich aufgenommen (dies. Centralbl. 1912. No. 6. p. 174—184, No. 7. p. 207—220), die uns von ihm gütigst zur Verfügung gestellt wurde; auch hier erhielten wir kontinuierlich verlaufende Kurven.

Bezüglich des Wassergehalts der Zeolithe bei gewöhnlicher Temperatur liegt ein umfangreiches Analysenmaterial vor. Von den 95 bisher bekannten Analysen von Desmin mußten 32 ver-

worfen werden, da sie aus stark verunreinigtem Material stammten. Der Wassergehalt der übrigen 63 schwankt zwischen 5 und 7 Molekülen, was sich z. T. durch unvorsichtiges Trocknen erklären dürfte. Obgleich aus den angeführten Untersuchungen auf einen bestimmten Wassergehalt nicht geschlossen werden kann, findet sich der Desmin in den Lehrbüchern allgemein mit 6 Molekülen Wasser verzeichnet. Nur Hersch (Der Wassergehalt der Zeolithe, Inaug.-Diss. Zürich, 1887) hat 7 Moleküle Wasser ermittelt. Da die von Rinne (a. a. O.) und Friedel (a. a. O.) ausgeführten Untersuchungen keinen Zweifel darüber lassen, daß der Wassergehalt der Zeolithe von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit wesentlich beeinflußt wird, so wurde zunächst untersucht, wieviel Wasser der Desmin bei Zimmertemperatur aufnimmt, wenn man ihn in Luft stehen läßt, welche mit Wasserdampf gesättigt ist. Zu diesem Zwecke wurde feines Desminpulver unter einer Glasglocke stehen gelassen. in der sich ein Gefäß mit Wasser befand. Es stellte sich heraus, daß das Pulver im Anfang schnell, am Ende jedoch sehr langsam Wasser aufnahm. Im Maximum betrug der Wassergehalt 6,95 Moleküle. Es ist hiernach möglich, daß, wie Hersch gefunden hat, der Desmin bisweilen 7 Moleküle Wasser aufweist. Es liegt daher kein Grund vor, in Desmin 6 Moleküle Wasser anzunehmen, es erscheint vielmehr natürlicher, ihm die Formel $Si_6\,O_{16}\,Al_2\,Ca,\,7\,H_2O$ zuzuschreiben, die jedoch, wie sich weiter unten zeigen wird, zu verdoppeln ist. Dieser Versuch war — da bei der Absorption die Kohäsion keine Rolle spielt — für die Fortführung unserer Arbeit von prinzipieller Bedeutung, denn er ist die erste Bestätigung unserer Vermutung, daß die kontinuierlichen Entwässerungskurven infolge der störenden Wirkung der Kohäsion ein falsches Bild geben; die Wässerung führt auf bestimmte Hydrate, während die Entwässerung keine einfachen stöchiometrischen Verhältnisse liefert. Um festzustellen, ob auch bei höheren Temperaturen Hydrate mit einem bestimmten Molekularverhältnis entstehen, mußte der Desmin zunächst genügend entwässert werden. Bei der ersten Hälfte der Versuche geschah dies im hohen Vakuum bei etwa 150—170°, wobei 12—14 % Wasser (4,3—5,1 Moleküle) ausgetrieben wurden; beim zweiten Teil wurde die Substanz um 15—17,00 % (5,4—6,13 Molekülen) entwässert. Weiter durfte die Entwässerung nicht getrieben werden, da vollkommen entwässerter Desmin, den man bei gewöhnlichem Druck erst bei Rotglut, im Vakuum bei der relativ geringeren Temperatur von 470° erhält, überhaupt kein Wasser mehr aufnimmt. Das so vorbereitete Desminpulver wurde dann in einen elektrischen Röhrenofen gebracht, der vorher auf die gewünschte Temperatur einreguliert war. Während des Erhitzens wurde feuchte Luft über das Pulver geleitet, die für die Versuchstemperatur nahezu mit Wasserdampf gesättigt war. Nachdem

Vorversuche gezeigt hatten, daß das Gleichgewicht bei höheren Temperaturen in der Regel schon nach 7 Stunden erreicht war, wurde das Überleiten feuchter Luft 12—14 Stunden fortgesetzt, so daß völlige Sicherheit für die Sättigung bestand. Die Resultate unserer Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Temperatur	Wassergehalt in Prozenten	Moleküle	Auf ganze Zahlen abgerundet	Beständigkeitsintervalle
17°	19,26	6,95	14	—
20°	17,97	6,48	13	34°
32	17,97	6,48		
54	17,90	6,45		
59°	17,44	6,29	—	—
65	17,19	6,20		
68°	16,92	6,10	12	27°
71	16,49	5,95		
81	16,69	6,02		
85	16,78	6,05		
89	16,46	5,94		
92	16,62	5,99		
93	16,66	6,01		
95	16,39	5,92		
98°	16,11	5,81	—	—
98	16,09	5,81		
102	15,95	5,75		
104	15,77	5,68		
106°	15,37	5,54	11	21°
108	15,30	5,52		
110	15,28	5,51		
116	15,25	5,50		
118	15,19	5,48		
123	15,15	5,47		
127	15,24	5,50		
130°	14,92	5,38		
133	14,71	5,30		
137	14,12	5,09	10?	—
142	13,56	4,89		
144	12,64	4,56	9?	—
146	12,09	4,36		
150	11,49	4,14		

Temperatur	Wassergehalt in Prozenten	Moleküle	Auf ganze Zahlen abgerundet	Beständigkeitsintervalle
152°	11,16	4,03	8?	—
155	10,56	3,81		
158	9,85	3,55	7?	—
161	9,20	3,32		
164	8,80	3,11		
167°	8,49	3,09		
172	8,47	3,05	6	11°
178	8,42	3,04		
180°	7,70	2,79	—	—
181°	7,17	2,59		
186	7,00	2,53	5	11°
192	6,80	2,47		
194°	5,65	2.04		
200	5,60	2,02	4	12°
206	5.54	2,00		
211°	4,29	1,55		
216	4,13	1,49	3	11°
222	3,98	1,44		
227°	3,90	1,41	—	—
232	3,46	1,25		
237°	3,01	1,08		
243	3,00	1,08		
245	2,75	1,00		
250	2,76	1,00	2	41°
255	2,65	0,96		
264	2,87	1,04		
270	2,75	1,00		
278	2,56	0,92		
284°	2,49	0,90	—	—
302	2,20	0,79		
325°	1,51	0,54		
339	1,47	0,53	1	32°
351	1,39	0,50		
357	1,23	0,45		
380°	0,84	0,30	—	—

Während die Entwässerung des Desmins auf kontinuierliche Kurven führte, verläuft die Sättigung desselben mit Wasserdampf diskontinuierlich, wie die folgende graphische Darstellung (Fig. 4) zeigt.

Unsere Vermutung, daß die Kontinuität der Entwässerungskurven unter dem Einfluß der Kohäsion zustande komme, hat sich vollkommen bestätigt. Nur unter dieser Annahme wird es verständlich, daß der umgekehrte Vorgang, die Sättigung mit Wasserdampf, auf definierte Hydrate führt, die jedoch nur in ganz bestimmten Temperaturintervallen beständig sind.

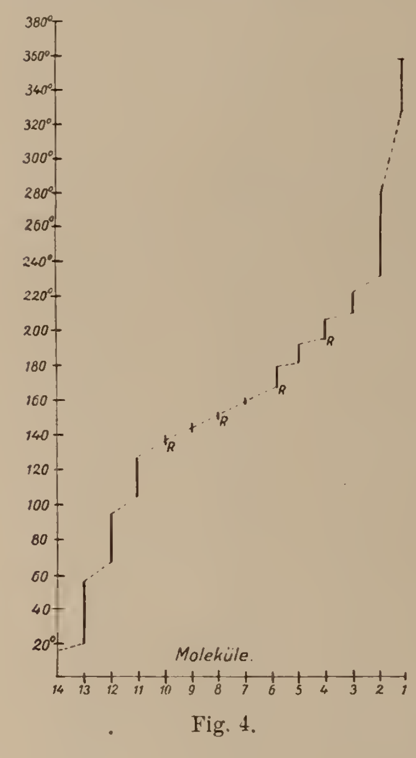


Fig. 4.

Wegen des Auftretens halber Wassermoleküle muß die Desminformel verdoppelt werden; dem wasserfreien Desmin entspricht somit die Formel $Si_{12}O_{32}Al_4Ca_2$. Derselbe kann nach unseren Untersuchungen vierzehn Hydrate mit 1—14 Molekülen Wasser bilden. Vier derselben sind nicht mit völliger Sicherheit nachgewiesen, weil sie nur bei einer einzigen Temperatur gefunden wurden; sie sind in obiger Tabelle mit einem Fragezeichen versehen. Es lag nahe, diese vier kleinsten Intervalle, die den unbeständigsten Hydraten entsprechen, mit der vorübergehenden Einachsigkeit des Desmins in Verbindung zu bringen, zumal da dieselbe nach Rinne (N. Jahrb. f. Min. etc. 1897. I. p. 57) viermal beim Entwässern auftritt. Wir haben die Punkte der Kurve, an denen nach Rinne Einachsigkeit auftritt, durch ein beigefügtes R gekennzeichnet. Tatsächlich fallen zwei derselben in die vier kleinsten Intervalle, während die beiden anderen etwas größeren entsprechen. Da die Rinne'schen Werte beim Entwässern erhalten worden sind, und da hierbei infolge der Kohäsion die Werte verschoben werden, erscheint es nicht unmöglich, daß die Einachsigkeit mit den kleinsten Intervallen für 7, 8, 9 und 10 Moleküle Wasser zusammenfällt.

Ergebnisse.

1. Das Wasser des Desmins ist chemisch gebunden.
2. Die Sättigung vorher entwässerten Desmins mit Wasser-

dampf führt auf vierzehn verschiedene Hydrate; in feuchter Luft und bei gewöhnlicher Temperatur kommt ihm die Formel $Si_{12}O_{32}Al_4Ca_2, 14 H_2O$ zu.

3. Die Hydrate sind nur in ziemlich eng begrenzten Temperaturintervallen beständig.

4. Die vorübergehende Einachsigkeit des Desmins fällt mit den kleinsten Beständigkeitsintervallen zusammen.

5. Die Entwässerungskurven entsprechen bei sehr losen Verbindungen nicht den wahren Verhältnissen, weil sich infolge der Kohäsion gleichzeitig verschiedene Hydrate zersetzen.

6. Ein richtiges Bild liefern bei losen Verbindungen nur die Wässerungskurven.

Versuche über andere Zeolithe sind in Vorbereitung.

Breslau, Mineral. Institut der Universität, Juli 1914.

Das Tachhydritvorkommen in den Kalisalzlagerstätten der Mansfelder Mulde [1].

Von **P. Kling** aus Halle a. S.

Mit 8 Tabellen und 8 Textfiguren.

1. Allgemeine Lagerung.

Das Auffinden tachhydrithaltiger Kalisalze in der Mansfelder Mulde, deren bergbauliche Erschließung in den letzten zehn Jahren stattfand, gab die Veranlassung zur Untersuchung der Lagerungsverhältnisse und der Bildungsbedingungen des Tachhydrits im genannten Bezirk.

Das Mineral ist in diesem Gebiet an die obere Carnallitregion der Salzlager gebunden, und zwar tritt es im südöstlichen Teile der Mulde in größerer Menge auf, um nach Westen und Nordwesten hin allmählich abzunehmen. Die petrographische und chemische Untersuchung, welche eingehend bei den Halleschen Kaliwerken zu Schlettau als der übersichtlichsten Lagerstätte des südöstlichen Teiles der Mulde durchgeführt wurde, ließ erkennen, daß die Gesamtheit der Zechsteinsalze unterhalb des grauen Salztons in normaler Weise gelagert waren, und zwar vom Hangenden zum Liegenden in nachstehender Reihenfolge:

a) Halitcarnallit,
b) Carnallithalit,
c) Kieseritischer Carnallithalit,
d) Carnallitischer Kieserithalit,
e) Anhydritischer Kieserithalit,
f) Anhydrithalit.

[1] Verkürzte Wiedergabe der Dissertation des Verf.'s. Halle a. S. 1913.

In der Zone des Halitcarnallits findet sich der Tachhydrit, und zwar meist in feiner Verteilung, was sich besonders bei der Auswitterung zeigt. Die Wand des Stoßes erscheint dann wabenartig zerfressen und durch Eisenhydroxyd schmutziggelb gefärbt. Das Eisen stammt aus dem gelb gefärbten Tachhydrit. Hin und wieder werden Nester angetroffen, die mit grobkristallisiertem Tachhydrit gefüllt sind; in einem solchen Nest fanden sich auch eigenartige haselnußgroße Kieseritanhäufungen, die wahrscheinlich als sekundäre Ausscheidungen anzusprechen sind (vergl. Fig. 4 p. 15). Auch größere Mengen sekundären Carnallits wurden beobachtet. Die Tachhydritzone beginnt etwa 5 m unterhalb des Salztones und verschwindet ca. 22 m unterhalb derselben. In der oberen tachhydritfreien Region wurden große idiomorph ausgebildete Anhydritkristalle gefunden.

Um zu erfahren, in welcher Beziehung der Calcium- und Magnesiumgehalt der ganzen Salzfolge zur Tachhydritführung im oberen Teile steht, wurden Proben des oben angegebenen Profils, das in einem 300 m langen Bremsberg des Werkes aufgeschlossen war, in durchgehender Reihenfolge analysiert, wobei die chemische Untersuchung sich in den Regionen b) bis f) auf die Bestimmung des Calciums und Magnesiums beschränkte, während von der Halitcarnallitzone Vollanalysen ausgeführt wurden. Die Ergebnisse sind in den gegenüberstehenden Tabellen I—III mitgeteilt.

Aus der Tabelle I geht hervor, daß die Verteilung von Ca und Mg im älteren Steinsalz dem Vorkommen dieser Elemente im

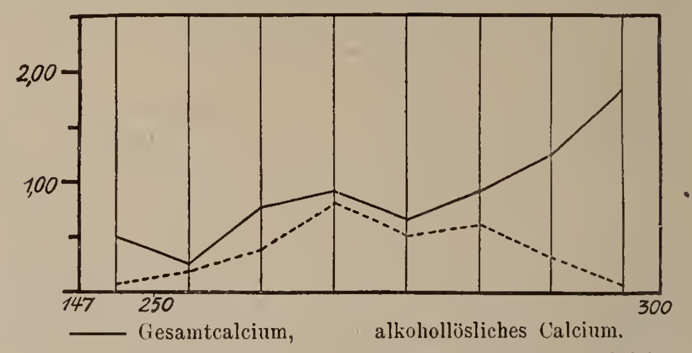


Fig. 1. Verlauf des Gesamtcalciums und des alkohollöslichen Calciums in der Halitcarnallitzone der Halleschen Kaliwerke.

primären Salze von Staßfurt entspricht. Das Vorkommen des Tachhydrits im Halitcarnallit der Schlettauer Lagerstätte zeigt somit keine Beziehung zu der Ausbildung des liegenden primären Salzes.

Die Menge des Tachhydrits (die durch Bestimmung der Menge des alkohollöslichen Calciums ermittelt wurde) zeigt, wie aus Fig. 1 zu ersehen, ein Maximum von ungefähr 10 % Tach-

Tabelle I.

Meter	% Ca	% Mg	Meter	% Ca	% Mg
0—7	1,39	—	105—112	0,18	4,10
7—14	1.83	—	112—119	0.19	4,44
14—21	1,45	Spur	119—126	0.30	5,09
21—28	1.77	0,02	126—133	0,26	3,55
28—35	1,18	0,07	133—140	0,25	5.38
35—42	1,68	0,04	140—147	0.20	3,66
42—49	1,27	0,31	147—250	0,47	5,70
49—56	2.75	2,33	250—258	0,26	8,12
56—63	1,19	1,01	258—265	0,77	7,85
63—70	2,90	2.11	265—272	0,93	8.00
70—77	0,32	1,11	272—279	0,66	8,19
77—84	0,21	2,74	279—286	0.93	7,90
84—91	0.23	2,25	286—293	1,26	7,15
91—98	0,20	2,39	293—300	1,86	7,54
98—105	0,16	4.60			

Tabelle II.

	147—250	250—258	258—265	265—272	272—279	279—286	286—293	293—300
Na	16,97	8,82	8,23	7.45	6,69	8,51	9,40	6,29
K	6,98	8,48	8,54	8.77	8,93	7,85	9,09	10,03
Mg	5,71	8,12	7.85	8.00	8,19	7,90	7,15	7,54
Ca	0,49	0,26	0,77	0,93	0,66	0,93	1.26	1,86
Cl	43,16	36,70	37,59	37,50	37,55	37,44	38,42	35,34
SO_4	9,24	12,10	9,49	9,34	8,03	10.05	9,88	11,74
H_2O	17,39	24,98	27,08	27,48	29,39	26,72	24,60	26.52
Unlösliches	0,24	0.25	0,35	0,30	0,22	0,31	0,67	0,85
Summe	100,18	99,71	99,90	99,77	99,66	99,71	100,47	100,17
Alkohollöslich.								
Mg	3,64	5,10	5,67	5,70	6.25	5,54	5.22	5,66
Ca	0,07	0,18	0,39	0,82	0,51	0,62	0,31	0,06

Tabelle III.

	147—250	250—258	258—265	265—272	272—279	279—286	286—293	293—300
Tachhydrit	0,90	2,33	4,64	10,58	6,58	8,08	4,01	0,77
Sylvin	2,42	1,22	0,36	2,29	—	0,31	2,50	2,00
Carnallit	40,56	55,68	59,34	53,74	64,22	54,64	55,25	63,78
Kieserit	11,77	17,16	12,37	13,08	11,03	13,42	10,96	10,70
Anhydrit	1,43	0,27	1.29	0.37	0,51	1,05	3,23	6,11
Steinsalz	43,09	22,70	20.80	18,98	16,97	21,60	23,85	15,95
Unlösliches	0,24	0,25	0,35	0,30	0,22	0,31	0,67	0,85

hydrit, und auch das Ansteigen des Anhydritgehaltes (also des alkoholunlöslichen Calciums) ist deutlich zu erkennen in den hangendsten Partien der Lagerstätte.

Die Beobachtungen, die in den benachbarten Werken: Krügershall, Salzmünde, Georgischacht gemacht worden waren, ergaben nichts wesentlich von obigem Abweichendes. In dem ersten Werk ist die Tachhydritregion etwas weniger ausgedehnt, in den beiden letzteren ist sie auf bestimmte Abbaubezirke beschränkt.

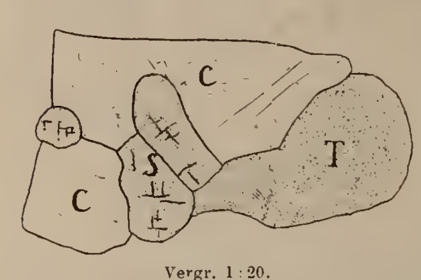
2. Mineralogische Eigenschaften und petrographische Beschaffenheit des tachhydritführenden Salzgesteins.

Der Tachhydrit kristallisiert hexagonal-rhomboedrisch (ditrigonal-skalenoedrisch). Der Winkel $(10\bar{1}1):(\bar{1}101)$ ist $106^0\,30'$ (nach GROTH und SCHULTEN ca. 104^0). Daraus ergibt sich $a:c = 1:2{,}112$. Vollkommen spaltbar nach R $(10\bar{1}1)$. Härte nahezu 2, Dichte 1,664 (nach BISCHOF 1,671, ERDMANN 1,671—1,867, VAN'T HOFF 1,6634—1,6683). Lichtbrechung (best. mittelst PULFRICH's Totalreflektometer)

$$n_o = 1{,}5215 \qquad n_e = 1{,}5128.$$

Doppelbrechung negativ = 0,0087. Zwillingsbildung bezw. -lamellierung wurde nicht beobachtet.

Im Dünnschliff ist der Tachhydrit im gewöhnlichen Licht im allgemeinen an seiner gelben Farbe[1] zu erkennen, die in den Kristallen gleichmäßig verteilt ist. Da die mittlere Lichtbrechung 1,517 ist, sich demnach nicht stark von der des Canadabalsams unterscheidet, ist nur ein schwaches Relief zu beobachten. Manchmal macht sich die vollkommene rhomboedrische Spaltbarkeit an den Spaltrissen gut bemerkbar. Pleochroismus fehlt.



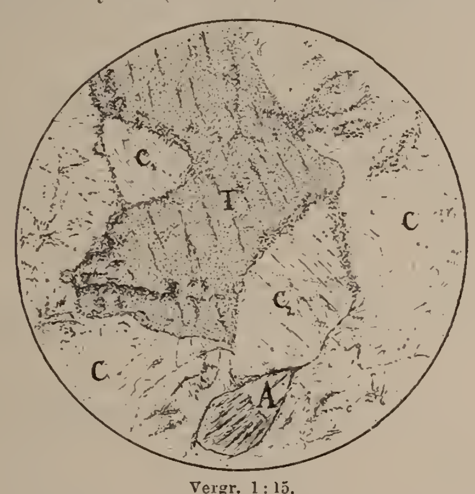
Vergr. 1 : 20.

Fig. 2. Paragenese von Tachhydrit *T*, Carnallit *C* und Sylvin *S*.

Zwischen gekreuzten Nicols läßt das Mineral, da die Doppelbrechung $(\gamma-\alpha) = 0{,}0087$ ist, gewöhnlich die leuchtenden Farben zweiter Ordnung in Schnitten parallel der c-Achse erkennen; das Gelb erster Ordnung, welches z. B. in Gesteinsschliffen der in bezug auf Doppelbrechung mit Tachhydrit fast übereinstimmende Quarz (0,009) zumeist aufweist, tritt hier selten auf, da Salzschliffe aus technischen Gründen immer etwas dichter als die der Silikatgesteine ausfallen.

[1] Die synthetische Untersuchung der Gelbfärbung folgt im Abschnitt 4.

Neben dem Tachhydrit lassen sich im Dünnschliff als wesentliche Gemengteile des Salzgesteins noch Carnallit, Kieserit, Steinsalz, Anhydrit und Sylvin (auch Ton) unterscheiden. Von Wichtig-



Vergr. 1:15.
Fig. 3. Tachhydrit T ein Carnallitkorn C_1 C_2 durchsetzend.



Vergr. 1:5.
Fig. 4. Sekundäre Kieseritknolle K umgeben von Tachhydrit T und Steinsalz St.

keit war die Auffindung der Paragenese Tachhydrit—Carnallit—Sylvin (Fig. 2), die weiter unten (Abschnitt 3) noch näher besprochen werden soll. Eine bemerkenswerte Erscheinung weist Fig. 3 auf: Tachhydrit T durchsetzt einen Carnallitkristall C_1, C_2;

die Zusammengehörigkeit der Stücke C_1, C_2 gab sich an der gleichzeitigen Auslöschung zu erkennen. Die Erklärung ist dadurch gegeben, daß die beiden Teile des Carnallits ursprünglich einen einheitlichen Kristall bildeten, der durch den vordringenden Tachhydrit zerstört wurde. Oberhalb oder unterhalb der Ebene des Schliffes mag dieser Zusammenhang noch bestanden haben, doch wurde er bei der Herstellung des Schliffes zerstört. Ähnliche Andeutungen für eine lappig-konkave Gestalt der Carnallitkristalle in Berührung mit Tachhydrit traten auch in anderen Schliffen auf. Fig. 4 zeigt eine jener oben erwähnten eigentümlichen Kieseritknollen im Dünnschliff.

3. Genetische Betrachtungen.

Die Beobachtungen, die in den einzelnen Werken gemacht worden waren, führten zu dem Resultat, daß der Tachhydrit s e k u n d ä r e r Entstehung sein müsse. Einmal wegen seiner unregelmäßigen Verteilung im Gestein, seiner Vergesellschaftung mit sekundärem Carnallit, vor allem aber wegen der eigentümlichen Paragenese: Tachhydrit, Sylvin, Carnallit. Dieses Zusammenvorkommen der 3 Mineralien steht der primären Ausscheidung des Tachhydrits nach den van't Hoff'schen Untersuchungen direkt entgegen, nach denen nur die Paragenesen: Tachhydrit, Bischofit, Carnallit und Tachhydrit, Carnallit, Chlorcalcium möglich sind (Fig. 5).

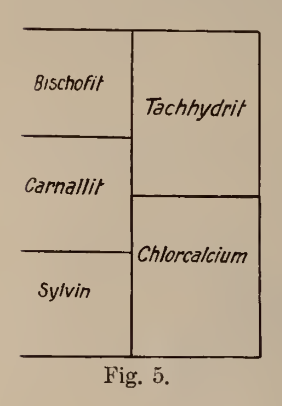


Fig. 5.

Die Entstehung des Tachhydrits ist folgendermaßen zu denken: Infolge umfangreicher Durchtränkungsprozesse, wie sie M. Naumann [1] angenommen hat, sind die Salzlagerstätten weitgehend verändert worden. Die, die chemische Umwandlungen bedingende, einbrechende Magnesiumchloridlauge hat Anhydrit teilweise gelöst, entsprechend der Gleichung:

$$MgCl_2 + CaSO_4 \rightleftarrows CaCl_2 + MgSO_4,$$

wobei Chlorcalcium entstand, das sich mit einer gewissen Menge $MgCl_2$ zu Tachhydrit vereinigte. Aus der Gleichung ist zu ersehen, daß sich Kieserit neubilden mußte. Tatsächlich sind auch wohl jene eigenartigen Kieseritanhäufungen als Neubildungen anzusehen. Ferner läßt sich auf diese Weise die Ausscheidung des Sylvins einerseits und die Bildung des sekundären Carnallits andrerseits gut erklären, und zwar durch Annahme von Konzentrationsänderungen der Chlormagnesiumlauge. War diese sehr konzentriert,

[1] M. Naumann, Zeitschr. Kali. 7. Jahrg. 1913. 4. p. 88—92.

so mußte sich Carnallit bilden, im anderen Falle war eine Zersetzung dieses Minerals und Entstehung von Sylvin unausbleiblich. Ebenso steht die Beobachtung, daß sich oberhalb dichter Bänke Tachhydrit angereichert hat, mit der Theorie in Einklang, da die durch schwer durchlässige Schichten bedingte Stagnation der Lauge die Bildung des sekundären Minerals begünstigen mußte. Die großen Anhydritkristalle der oberhalb der Tachhydritzone befindlichen Region sind als Rekristallisationen der ursprünglichen dichten Anhydritmassen aufzufassen, und die regionale Verteilung der Minerale läßt sich auf Gleichgewichtsverschiebungen zurückführen, entsprechend der Gleichung:

$$\text{Chlormagnesium} + \text{Anhydrit} \rightleftarrows \text{Kieserit} + \text{Chlorcalcium}.$$

Im oberen Teile des Lagers überwog die Anhydrit-, in den tieferliegenden die Tachhydritbildung. (Schluß folgt.)

Beiträge zur Geologie des Sabinergebirges.

Von **E. Wepfer.**

Mit 1 Textfigur.

I. Die Entstehung der Pozzolana im Aniotal.

Das Diluvium des Aniotales wird seit alters von den italienischen Geologen eingeteilt in älteres Diluvium ohne, und jüngeres Diluvium mit vulkanischen Bestandteilen[1]. Auf die Ablagerungen der älteren Schotter im Aniotal, die vielleicht noch zum Pliocän zu rechnen sind[2], folgte eine Eruptionsphase, wohl dieselbe, in die die übrigen vulkanischen Erscheinungen des alten Latium fallen. Eine natürliche Folge davon ist, daß sich in den jüngeren Schottern[2] häufig vulkanische Bestandteile finden, die den älteren Schottern fehlen. Im Bereich des mittleren Aniotales hat diese Eruptionsphase nur Tuffe hinterlassen, die, unter dem Namen Pozzolana bekannt, zur Herstellung hydraulischer Mörtel schon im Altertum verwendet wurden. Die dunklen Anbrüche des Tuffs verraten sich schon von weitem dem Auge.

Über die Entstehung dieser Tuffe bestehen sehr verschiedenartige Vorstellungen; wohl am allgemeinsten verbreitet ist die Anschauung, daß die Tuffe normale Einlagerungen in den diluvialen Schottern, dort „Breccia“ genannt, bilden, die durch Winde von den Vulkanen im Westen herübergetragene Aschen darstellen. Diese Aschen bildeten zuzeiten eine mehr

[1] Angelis d'Ossat, L'alta valle dell' Aniene. Mem. soc. geogr. Ital. 7. 1897. u. a.

[2] Wepfer, Das Aniotal oberh. Tivoli etc.

verbreitete Decke, dann aber gerieten die lockeren Massen an den steilen Gehängen ins Rutschen, sackten zusammen, wurden zusammengeschwemmt und häuften sich so im Tal zwischen den Schottern an, von denen sie teils zugedeckt wurden. Diese Vorgänge würden nur ein lagen- bis linsenförmiges Auftreten vulkanischer Aschen, reichlich vermischt mit Sand und Schotter, erklären, können aber unmöglich das Auftreten gewaltiger, bis über 1 km Länge, 350 m Breite und bis zu 50 m in der Dicke messender reiner Tuffe ohne irgend welche Verunreinigung durch Schotter- oder Sandmassen verständlich machen. Noch andere Umstände treten herzu, die der genannten Anschauung von einer subaerischen Entstehung mehr und mehr Boden entziehen, und so kann es nicht wundernehmen, wenn schon von italienischer Seite gegenüber der herrschenden Vorstellung andere Auffassungen geltend gemacht worden sind. Schon BROCCHI[1] beschreibt von seiner Reise von Tivoli das Aniotal hinauf ein Gestein mit Lavacharakter, das aber doch keinen echten Lavastrom darstelle (bei Colle San Giovanni). Es befremdet, mit welcher Schärfe diejenigen unter den italienischen Geologen später angegriffen worden sind, die sich der allgemeinen Anschauung nicht angeschlossen haben, so z. B. TERRIGI[2] durch MELI[3].

Was das geologische Auftreten der vulkanischen Tuffe angeht, so muß vor allem deutlich betont werden, daß es sich keineswegs um Lagen oder Linsen innerhalb der Diluvialablagerungen handelt, sondern vielmehr um deutlich darin aufsetzende stockförmige Gebilde: Die Lagerung ist durchgreifend, daher auch die nicht recht befriedigenden Erklärungen des Zusammensackens lockerer Tuffmassen. Die Grenze zwischen Tuff und (älterem) Schotter, die ich übrigens nur in einem Fall deutlich aufgeschlossen fand, verläuft an den steilen Talhängen hinauf ziemlich senkrecht; an den ungeschichteten Massen der — besonders im unteren Teil — aus „Pozzolana" bestehenden Tuffe setzen die Kiesbänke scharf ab: Keine Kalkgerölle liegen in der Pozzolana, kein vulkanischer Tuff findet sich als Bestandteil in den älteren Schottern. Wenn demnach größere Massen von hergeblasenen vulkanischen Aschen zusammengesackt ins Tal gerutscht wären, so müßten sie, um erhalten zu bleiben, geradewegs je in ein großes Loch gefallen sein: Diese Vorstellung ist für ein Flußbett unmöglich, und auch ein See in

[1] Osservazioni naturali fatte in alcune parti degli Apennini. Mailand 1819.

[2] Le formazioni vulcaniche del Bacino Romano considerate nella loro fisica costituzione e giacitura. R. Accad. dei Lincei. ser. 3a. 1881. (p. 389—419.)

[3] Boll. Com. Geol. **13**. 1882. (p. 260 ff.)

dem Tal, in den die Aschenmassen hineingerutscht, -geweht oder -gespült wären, hätte nicht so steile, oft senkrecht nach der Tiefe zu abfallende Wände (aus Schottern) besitzen können, wie die Begrenzungslinie zwischen Tuff und Schotter in Wirklichkeit zeigt. Ist der Tuff aber nicht in eine derartige Vertiefung gefallen, sondern einfach ins Tal gerutscht, bezw. dort zusammengeblasen, so hätte er — um das heutige Bild seiner Lagerung zu zeigen — als ein Klotz mit senkrechten Wänden stehenbleiben müssen und der Schotter hätte sich rings allmählich aufgehäuft. In Wirklichkeit wären die lockeren Aschenmassen natürlich weiter verschwemmt worden. Ich meine aber, die Vorstellung von der subaerischen Entstehung der Pozzolana im Aniotal müßte endgültig verschwinden, trotz der allerdings verlockenden Tatsache, daß jedenfalls alle in dem von mir untersuchten Gebiet liegenden Vorkommen vulkanischen Tuffs im Aniotal selbst liegen. Selbstverständlich müssen hiervon aber die auf der italienischen geologischen Karte 1 : 100 000 mit derselben Signatur gezeichneten deutlichen Terrassen oberhalb Tivoli in den breiteren Auen des Anio und Empiglione, die aus mehr oder weniger geschichtetem vulkanischem Material aufgebaut sind, getrennt werden.

Ein deutliches Profil durch verschiedenartige Ablagerungen vulkanischen Ursprungs ist in der kleineren Pozzolanagrube oberhalb der Station Vicovaro zu sehen: Zu unterst liegt Pozzolana von meist dunkler Farbe, darauf festere Tufflagen, die zu einer Zone guter Bausteine überleiten, welche durch z. T. stark verwitterte Leucite weißgesprenkelt erscheinen. Diese Bausteine tragen echten Tuffcharakter, führen überwiegend Bestandteile vulkanischen Ursprungs, und nur vereinzelte gerundete und eckige Einschlüsse von eocänem Kalkstein. Oben sind diese Gesteine abgeschnitten durch eine taschenförmige Vertiefung, die gleichfalls mit vulkanischem Material erfüllt ist: Auf weichen, bröckeligen Tuffgesteinen, die zahlreiche, ziemlich große, durchweg stark verwitterte Leucite und vereinzelte große braune Glimmerblättchen führen, folgen mit immer deutlicherer Schichtung hellere, zu oberst hellgraue, äußerst feinkörnige, papierdünn geschichtete Sande aus vulkanischem Material. Diese geschichteten Tuffe tragen einen ganz ähnlichen Charakter, wie die Gesteine der Terrasse oberhalb Tivoli (s. o.). Auch in der großen Tuffmasse, 1 km oberhalb von Station Castelmadama, liegen zu oberst hellgraue Tuffe, die hier zudem Hohlräume zeigen, die früher Holz enthielten und deren Wände deutlich die Holzstruktur verraten; diese Hölzer scheinen nicht allzu selten zu sein, ich fand sie auch weit oberhalb bei Carsoli in den dort zu altem Mauerbau verwendeten Tuffen. In welchem Verhältnis zu den geschichteten sedimentären Tuffgesteinen die in der Literatur öfters als Zwischenlagen genannten Tripel-Ablagerungen stehen,

kann ich nach meinen Beobachtungen nicht entscheiden. Ich habe nur in einem Tälchen am Quarto del Piano weißen geschichteten Tripel gefunden, der über vulkanischem Tuff lagerte.

Auffallend ist die Eigenschaft der Pozzolana, öfters säulenförmige Absonderung zu zeigen; schon in den beiden Steinbrüchen am Bahnhof Vicovaro zeigt sich diese Neigung z. T. sehr deutlich. Vorzüglich säulenförmig abgesondert ist aber ein Teil der Pozzolana 1 km oberhalb der Station Castelmadama, und zwar ist die Säulenstellung eine deutlich fiederförmige (s. Textfigur). Über die Natur dieser säulen-



Fig. 1.

förmigen Absonderung ist gar kein Zweifel möglich. Sie ist in der Nähe von Vicovaro schon früher, z. B. von Keller[1] beobachtet worden. Terrigi[2] hatte, unter anderen Gründen auch auf die säulenförmige Absonderung vulkanischer Gesteine an der Sedia del Diavolo — an der Via Nomentana, 3 km von Rom — gestützt, die Ansicht verfochten, daß es sich hier nicht um Tuff, sondern um echte Lava handle; er war deswegen von Meli[1] scharf angegriffen worden, der sich bemühte, diese deutliche prismatische Absonderung nur als eine oberflächliche Erscheinung (!) darzustellen, die nichts mit der eigentlichen Säulen-

[1] Meli, Boll. Com. Geol. d'Ital. 1882. **13.** Anm. z. p. 276—279.

[2] Le Formazioni vulcaniche del Bacino Romano etc. R. Acc. Lincei 1881. p. 389—419.

form gewisser Ergußgesteine zu tun habe. MELI hätte sich die Mühe sparen können, denn es scheint tatsächlich diese Absonderungsform ausnahmsweise auch bei Gesteinen vorzukommen, die weder aus Feuerfluß erstarrt, noch mit heißen Eruptivmassen in Berührung gekommen sind. Jedoch ist die fiederförmige Säulenstellung bis jetzt meines Wissens immer nur bei eruptiven Gesteinen beobachtet worden, ja die dafür gegebene Erklärung fußt geradezu auf der allmählichen Abkühlung des eruptiven Gesteines, und schon ihr Auftreten scheint mir beweisend für die im folgengenden auseinandergesetzte Entstehung dieser Pozzolanamassen des Aniotales. Indessen hat schon TERRIGI noch andere Gründe zur Stütze seiner Anschauungen ins Feld geführt, die ich aus eigener Anschauung bestätigen kann: Kieslagen, die mit diesem Tuff in Berührung gekommen sind, zeigen nämlich Veränderungen, einzelne Gerölle sind durch Sublimation grünlich oder rötlich gefärbt. MELI will diese „oberflächliche Limonitfärbung“ auf hydrochemische Prozesse zurückführen. In diesem Zusammenhang möchte ich einen vorzüglichen Aufschluß beschreiben, der sich 250 m südlich der Station Castelmadama im Aniotal an der Abzweigung der Fahrstraße nach diesem Ort von der Landstraße (Rom-)Tivoli-Vicovaro befindet. An die eocänen Gesteine, die bis dahin an der Straßenböschung anstehen und sofort von älteren, hart verkitteten Schottern (Breccia) überlagert werden, grenzen Pozzolanamassen. Der Kontakt zwischen diesen beiden ist nicht deutlich aufgeschlossen; Bewachsung hindert den Blick. Geht man die Landstraße talabwärts weiter, so stößt sehr bald wieder Eocän an die Pozzolana. Die beiden Straßen zweigen in sehr spitzem Winkel voneinander ab und laufen daher eine Zeitlang eng nebeneinander. Südlich der Straßen steht sofort wieder Eocän an. An der ziemlich flachen Talböschung aber, die nördlich der Straßenabzweigung ansteigt, kann man die Pozzolana nur kurze Zeit verfolgen, sie wird bald ringsum auf dem Hang von Breccia eingeschlossen. Man kann die halbkreisförmig verlaufende Grenze auf dem flachen Hang deutlich verfolgen, wie sie auf beiden Seiten auf die Grenze zwischen Eocän und Pozzolana zuläuft. Hier ist also durch die Straßen und die Talböschung ein annähernd rundlicher Komplex von Pozzolana quer durchgeschnitten, dessen Grenzflächen sowohl gegen das Eocän als auch gegen die Schottermassen annähernd senkrecht stehen. Die Breccia ist, wo nur ihr Kontakt mit der Pozzolana zu sehen ist, auf ca. 30—40 cm Entfernung von der letzteren deutlich rot gefärbt. Die Untersuchung dieser rot gefärbten Breccia hat nun gezeigt, daß nicht nur einzelne Gerölle durch und durch gerötet, sondern daß sogar vereinzelte von ihnen vollkommen kristallinisch geworden sind. Besonders stark verändert ist das Bindemittel,

das stärker als die Gerölle gerötet ist, und zudem kleine braunrote Glimmerblättchen führt; Glimmer fehlt aber dem Bindemittel der normalen unveränderten älteren Breccia durchaus, und so zeigt dieser rote Schotter alle Eigenschaften eines durch den Kontakt mit einem glutheißen Gesteinskörper metamorphosierten Gesteins. Die Annahme, die bereits durch die eigenartigen Lagerungsverhältnisse der vulkanischen Tuffe (s. o.) nahegelegt ist, findet hier ihre Bestätigung. Diese Tuffe sind nicht Einlagerungen in den Schottern, das beweist schon ihr eben beschriebener Kontakt mit dem Eocän; sie sind nicht erst durch irgendwelche Agentien (Wind und Wasser) hier zusammengehäuft worden, sondern sie liegen unzweifelhaft auf primärer Lagerstätte. Die einzelnen Vorkommnisse der Pozzolana sind nichts anderes als einzelne Punkte einstiger vulkanischer Tätigkeit. In einmaliger Eruption ist die Erdrinde durchschlagen worden, Pozzolanamassen wurden hernach ausgeworfen, blieben in der Eruptionsröhre direkt liegen, oder fielen wieder in dieselbe zurück: so erklärt sich ihr stockförmiges Auftreten. Daß sich dabei die Tuffe eventuell auch einmal auf die Schotter legen konnten, ist nur selbstverständlich, da sich die Explosionsröhre nach oben trichterförmig erweitert haben wird. Die ausgeworfenen Massen waren heiß genug, um das umgrenzende Gestein, wenn auch nur auf kurze Entfernung hin, zu metamorphosieren, und von diesem Gesichtspunkt versteht man auch die säulenförmige Absonderung der Pozzolanamassen. In der Vertiefung, die nach Beendigung dieser einmaligen Eruptionsphase an der Oberfläche wohl entstand, konnte sich Wasser sammeln, das vulkanische Material wurde z. T. umgelagert, und so entstanden über der Pozzolana diejenigen Tuffe, die z. T. wegen ihrer Festigkeit als Bausteine benutzt werden können und deren Leucite vollkommen verwittert sind, in denen sich Kalkgerölle und -brocken, sowie Holzreste finden. Und zu oberst konnten sich je nach Umständen die papierdünn geschichteten Lagen, wie beim Bahnhof Vicovaro, ablagern; in diese postvulkanische Phase fällt dann auch die lokale Entstehung des Tripels.

Diese neue Auffassung der Pozzolanavorkommen des Aniotals ist aufgebaut auf den Lagerungsverhältnissen, auf dem unzweifelhaften Kontaktmetamorphismus und auf der fiederförmigen Säulenstellung; von diesem Gesichtspunkt lösen sich alle Schwierigkeiten, die bisher die Erklärung so ungemein erschwerten: man darf nicht einmal erwarten, daß sich innerhalb der Pozzolana auch Bruchstücke älterer, insbesondere kristalliner Gesteine finden müßten. Ihr Fehlen läßt auf eine große Heftigkeit der ersten Explosion, die den „Schußkanal“ bildete, schließen, durch welche die durchschlagenden Gesteine in alle Winde zerstäubt

wurden. Diese Auffassung fordert zu einem Vergleich mit den Vulkanembryonen BRANCA's heraus. Das Auftreten der vulkanischen Tuffe ausschließlich im Tal erscheint nur bei oberflächlicher Betrachtung als eine Stütze für die alte Annahme von ihrer subaerischen Zusammentragung. Das Aniotal ist sehr alt, das beweist seine erstmalige Auffüllung mit den alten (vielleicht pliocänen) Schottern; bedeutend jünger sind die vulkanischen Erscheinungen, und daß sie sich gerade an den alten Tallauf halten, spricht eben für die tektonische Anlage des Aniotals.

Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Palästina und Syrien.

Unter der Mitwirkung von Fachgenossen
herausgegeben von **M. Blanckenhorn**, Marburg.

2. Älteres Paläozoicum von Südsyrien und Westarabien.

Von **W. Dienemann**, Marburg.

Mit 2 Textfiguren.

A. Cambrium von Ghor es-Sāfī am Südostende des Toten Meeres.

Auf seiner Karte von Palästina, die dem Werk „Naturwissenschaftliche Studien am Toten Meer und im Jordantal", Berlin 1912, beigegeben ist, hat M. BLANCKENHORN als bis dahin in jener Gegend unbekannte Formation Cambrium ausgeschieden, und zwar auf Grund von Fossilfunden am Wādi el-Hēsī und an dem Ruinenfelde Chirbet el-Burdsch, südöstlich vom Toten Meer. Über die Auffindung und die Lage der fossilführenden Schichten finden sich nähere Angaben in dem erwähnten Werk (p. 125—135), sowie auch in dem Vortrag: „Neues zur Geologie Palästinas und des ägyptischen Niltals" (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1910. p. 410—413) und dem „Kurzen Abriß der Geologie Palästinas" (Zeitschr. d. Deutsch. Palästina-Vereins. Leipzig 1912).

Danach besteht der dortige als cambrisch anzusprechende Schichtenkomplex von unten nach oben aus ca. 240 m rotem Sandstein, 14 m bunten Mergeln und zu oberst 51—65 m Dolomit und oolithischem Kalk mit Brachiopoden und Hyolithen (so am Wādi el-Hēsī) oder an Stelle des letzteren Hornstein oder schwach kalkigem Quarzit mit denselben Brachiopoden und mit Trilobiten. Hier mögen nun die Fossilien, die mir Professor BLANCKENHORN zur Bearbeitung übergeben hat, kurz beschrieben werden. Es handelt sich um Brachiopoden, Pteropoden und Trilobitenreste, die in den obersten, kalkigquarzitischen Schichten des Systems liegen, die aber nicht aus anstehenden Felsen, sondern aus herumliegenden Stücken und Geröllen gewonnen wurden.

Die Brachiopoden stellte Blanckenhorn wegen ihres Loches im Schnabel vorläufig in die Nähe von *Terebratula* oder *Discina*, ohne aber auf eine genauere Bestimmung einzugehen[1]. Der Erhaltungszustand ist einer solchen auch wenig günstig, nur etwa $\frac{1}{2}$ Dutzend Stücke ließen sich näher bestimmen.

Das Gestein ist ein kieseliger, z. T. oolithischer Kalk, dessen Oberfläche die verkieselten Schalenreste stellenweise in größerer Anzahl bedecken. Da nun von einem Schloßapparat an keinem Exemplar etwas zu bemerken war, obwohl einzelne Stücke die innere hintere Schalenpartie gut erkennen lassen, haben wir es mit inartikulaten Formen zu tun. Ich stelle sie zu

1. *Siphonotreta unguiculata* Eichwald? (Fig. 1[2]).

Walcott, Cambrian Brachiopoda. Unit. States Geol. Survey. **51.** p. 626. Teil II. Taf. 81 Fig. 6. (Mit Literaturangaben.)

Eine größere und breitere, ca. 22 mm lange Form. Schale länglich oval, mäßig gewölbt, konzentrisch gestreift. Häufiger ist

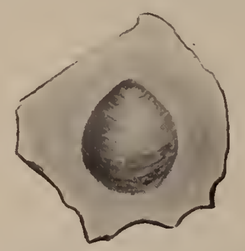


Fig. 1. *Siph. unguiculata* Eichw.?, Cambrium, südöstlich des Toten Meeres.



Fig. 2. *Siph. verrucosa* Eichw.?, Cambrium, südöstlich des Toten Meeres.

2. *Siphonotreta verrucosa* Eichw.? (Fig. 2).

Ebenda, p. 627. Taf. 81 Fig. 5.

Eine kleinere, mehr längliche und dichter konzentrisch gestreifte Art, bis 1,9 mm lang. Ein Exemplar zeigt unter dem von einer Stielöffnung durchbohrten Wirbel eine niedrige, quergestreifte Area. Das Stielloch steht mit einem nach innen führenden Kanal in Verbindung. Von Muskeleindrücken ist bei beiden Arten nichts zu sehen.

3. *Hyolithes* sp.

Es liegen verschiedene, nicht näher bestimmbare Reste vor. Der Querschnitt ist oval. Eine kleinere Form scheint sich schneller

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. f. 1910. p. 411.

[2] Die zwei Zeichnungen verdanke ich Fräulein E. Döring, Sondershausen.

zu verjüngen als eine andere, die auch breiter wird (bis 6 mm). Oberfläche glatt.

4. *Paradoxides* sp.?

Die Trilobitenreste des kalkigen Quarzits haben schon Herrn Dr. W. E. Schmidt (Berlin) zur Untersuchung vorgelegen[1]. Schmidt möchte die zahlreich vorhandenen Bruchstücke von Kopfschildern, meist Wangenstacheln, zu *Paradoxides* stellen, wofür auch ein bei der Präparation zersprungenes Schwanzschild sprechen soll. Die Wangenstacheln allein lassen keine Entscheidung zu, ob wir es wirklich mit *Paradoxides* zu tun haben.

5. *Ptychoparia* sp.

Ein leidlich erhaltenes, unvollkommenes Kopfschild hat schon Schmidt zu dieser Art gestellt und auf die Ähnlichkeit mit der tief mittelcambrischen amerikanischen Gattung *Protolenus* hingewiesen.

Nach dem oben Gesagten würden wir es den Trilobiten nach vielleicht mit mittelcambrischen Schichten zu tun haben; jedoch ist die Gattung *Ptychoparia* nicht auf diese Stufe beschränkt. Nach Walcott's Tafel der Entwicklung der cambrischen Brachiopoden (l. c. p. 317) tritt die Gattung *Siphonotreta* erst im Obercambrium auf, und zwar finden sich die beiden beschriebenen Arten in den Passage beds und im Untersilur des Balticums. Da nun Blanckenhorn die gegenseitige Lagerung der Trilobiten führenden Schichten und der Kalke mit Brachiopoden nicht am anstehenden Gestein feststellen konnte, läßt sich vorläufig nur so viel sagen, daß wir es am Toten Meer einmal mit einem hellen, splittrigen, Quarzit von vielleicht mittelcambrischem Alter und einem schmutziggrauen, oft stark oolithischen und nur wenig verkieselten Kalk obercambrischen bis untersilurischen Alters zu tun haben. Es wäre sehr zu wünschen, daß der stratigraphische Verband der Fossilien führenden Schichten genau festgestellt und besonders durch paläontologische Aufsammlungen eine Vermehrung der sehr spärlichen Fauna herbeigeführt würde. Liegt doch dieses Vorkommen von Cambrium in dem Großen Mittelmeer, mitten zwischen denen von Languedoc, Sardinien und der östlichen Salt Range in Gegenden, aus denen man bisher noch kein Cambrium kannte. Da die cambrischen Gesteine am Toten Meer transgredierend über verschiedenartigen Eruptivgesteinen, Konglomeraten und Tuffen, die von Blanckenhorn in das Präcambrium gestellt werden, liegen, und Blanckenhorn sogar deutliche Steilküsten mit

[1] Blanckenhorn, Naturw. Studien. p. 129 u. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. f. 1910. p. 412.

Brandungskonglomeraten beobachten konnte, haben wir es hier mit einer Transgression des südfranzösisch-spanisch-sardinischen Meeres über Teile des alten Südkontinentes zu tun.

B. Über die Auffindung von Silur an der Hedschās-Bahn (Westarabien).

Im Wintersemester 1913 zeigte Professor M. Blanckenhorn im Marburger Geologischen Kolloquium schwarze, bitumenreiche Schiefer von Sahr ul-Ghul bei km 736 an der Hedschās-Bahn (28° 20′ n. Breite, 36° 48′ östl. Länge v. Greenw.), die er durch Vermittlung des Erbauers der Bahn, Meissner Pascha, erhalten hatte. In diesen Schiefern fanden sich einige Reste von Graptolithen, die als zu *Diplograptus* gehörig bestimmt wurden. Eine nähere Bestimmung war bei der Erhaltung des Materials und der Spärlichkeit der Reste leider nicht möglich. Die Länge eines vielleicht vollständigen Exemplars beträgt 23, die größte Breite 2 mm. Die Reste gestatten daher keine sichere Horizontierung des Vorkommens, da *Diplograptus* vom Arenig bis zur Basis des Wenlock vorkommt. Jedoch ist schon an und für sich der sichere Nachweis von Silur in dieser Gegend von großer Bedeutung. Er lehrt, daß das südwesteuropäische Graptolithenmeer sich (vielleicht nur vorübergehend) weiter nach Osten ausgedehnt hat, als man bisher annahm. Auf diesen Umstand deutete schon das Auffinden von allerdings jüngeren Graptolithenschiefern mit *Monograptus colonus* in Bulgarien in der Nähe von Sofia hin (Allachverdjeff, Vorläufige Mitteilung über den ersten Fund von Silur in Bulgarien, dies. Centralbl. 1905, p. 679). Auch der von Broili[1] aus dem Grothe'schen Funde von *Phycodes circinnatus* abgeleitete Schluß auf Vorkommen von Untersilur im Antitaurus würde dazu passen. Ausführlichere Beobachtungen über das Untersilur des Amanos (mit *Acaste* sp. und *Cruziana*) veröffentlichte Frech (N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. I. Ref. p. 130).

Dieser neue Graptolithenfund beweist, daß in einer etwas früheren Periode des Silur im Südosten des heutigen Mittelmeergebietes eine Ausbreitung des Ozeans stattfand.

Ob an dieser Stelle nur Graptolithenschiefer vorkommen, oder auch Brachiopoden und Korallen führende Kalke, die auf einen Zusammenhang mit dem pazifischen Becken und besonders auf die Vorkommen vom Balkasch-See und Himalaya hindeuten würden, und die sich daran knüpfende Frage, ob das Große Mittelmeer, Suess' Tethys, auch zur Silurzeit als durchgehendes Becken bestanden hat, das bleibt weiteren Forschungen überlassen.

Marburg, Geologisches Institut, im März 1914.

[1] H. Grothe, Meine Vorderasien-Expedition 1906 und 1907. I. Bd. Broili, Die paläont. Resultate der Expedition.

Über den Internlobus bei Arietites und Arieticeras Seguenza, über seinen Wert als Gattungsmerkmal und über die obere Grenze der stratigraphischen Verbreitung von Arietites s. l.

Von **Otto Haas** in Wien.

Mit 1 Textfigur.

Unter den wohlwollenden Besprechungen, die meiner im Frühjahre 1913 erschienenen Monographie „Die Fauna des mittleren Lias von Ballino in Südtirol“ [1] zuteil wurden, durfte mich gerade diejenige Professor Fucini's in Pisa [2] mit besonderer Genugtuung erfüllen; ist doch Professor Fucini heute zweifellos einer der besten Kenner der mesozoischen Faunen der südalpin-apenninischen Region.

Im besonderen verdanke ich Fucini die wertvolle Anregung am Schlusse seines Referates, ich möge gelegentlich der hochwichtigen Frage der Beschaffenheit des Internlobus bei den Arieticeren (Harpoceren der „*algovianus*“-Gruppe) näher treten und insbesondere deren Verwertbarkeit als generisches Trennungsmerkmal gegenüber den echten Arieten untersuchen.

Fucini erhebt nämlich gegen den Hauptabschnitt meiner eingangs zitierten Arbeit, die sich mit den Ammoniten befaßt, nur einen wichtigen Einwand: er vermag es nicht zu billigen, daß ich einzelne der aus südalpinen und apenninischen Liasfaunen schon seit langem bekannten Übergangsformen zwischen Arieten und Harpoceren (Arieticeren) trotz des verhältnismäßig hohen Niveaus (Domeriano, d. i. Lias δ), dem die Fauna von Ballino angehört, deshalb zu *Arietites* s. l. gestellt habe, weil ich in ihren morphologischen Merkmalen ein deutliches Überwiegen des Arieten-Gepräges wahrnehmen zu können glaubte.

Ein solcher Vorgang erscheint Fucini unzulässig, und zwar zunächst mit Rücksicht auf die stratigraphische Stellung der in Rede stehenden Formen [3]; überdies glaubt er aber ein sicheres generisches Unterscheidungsmerkmal zwischen *Arietites* und *Arieticeras* zu besitzen: erstere Gattung soll stets einen zweispitzigen, letztere stets einen einspitzigen Internlobus aufweisen.

Meine auf ältere Arbeiten G. Geyer's zurückgreifende Auffassung bezüglich der Annahme der — wie ich des öftern betonte, rein künstlichen — Grenze zwischen diesen beiden Gattungen, in welcher der von Professor Fucini beanstandete Vorgang be-

[1] Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns etc. **25** u. **26**.

[2] „Sulla fauna di Ballino illustrata dal dott. Otto Haas.“ Atti Soc. Toscana Sc. Nat., Proc. verb. **22**. No. 4. 1913.

[3] „Il fatto dell' esistenza degli Arieti in un Lias cosi alto sarebbe cosi strana che nasce spontaneamente il dubbio che sia successa qualche confusione nella raccolta dei fossili o che sia stata qualche inesatta interpretazione generica.“ (l. c. p. 2.)

gründet erscheint, glaube ich bereits in meiner Monographie[1] an verschiedenen Stellen hinlänglich vertreten zu haben. Trotzdem war ich vollkommen auf Einwände gegen die Richtigkeit der Einreihung einzelner Formen bei *Arietites* s. l. gefaßt, soweit solche Einwände sich bloß auf die Erwägung stützen würden, daß echte Arieten im oberen Mittellias „nicht mehr vorkommen dürfen". Denn ich war mir wohl dessen bewußt, mit welchem Mißtrauen viele Paläontologen Tatsachen und Anschauungen begegnen, die eine Verschiebung von herkömmlich angenommenen stratigraphischen Verbreitungsgrenzen im Gefolge haben.

Anders steht es mit dem zweiten Argument, das Professor Fucini ins Treffen führt: mit der Beschaffenheit des Internlobus bei *Arietites* einerseits, bei *Arieticeras* andererseits. Wenn ich auch zunächst einer Auffassung etwas skeptisch gegenüberstehen mußte, die einem verhältnismäßig so untergeordneten und leider auch so selten und nur bei ganz besonders günstigem Erhaltungszustande in voller Deutlichkeit zu beobachtenden Suturmerkmale eine so große Bedeutung für die Trennung zweier Genera, ja sogar ganzer Ammonitengruppen, beimißt, so unternahm ich es dennoch, der Frage der Beschaffenheit des Internlobus bei Arieten und Arieticeren in der Literatur und an dem mir zu Gebote stehenden Fossilmaterial nachzugehen.

Was nun zunächst die „echten" Arieten des unteren Lias anbelangt, so konnte ich sowohl an zahlreichen Abbildungen bei Quenstedt[2], Wähner[3], Fucini[4] und anderen Autoren als auch an einzelnen von mir untersuchten Exemplaren Professor Fucini's Satz bestätigt finden, daß der Antisiphonallobus hier in zwei feinen Spitzen endigt, oder doch paarige Endspitzen aufweist, daß also mit anderen Worten die Mitte seines Unterrandes von einem Lobenzacken und nicht von einer Lobenspitze eingenommen wird. Von denjenigen Formen von Ballino, die von mir seinerzeit bei *Arietites* s. l. eingereiht wurden, eignete sich leider keine für eine genaue Untersuchung des Internlobus. Nur bei einem kleinen Windungsbruchstück von *Arietites Fontanellensis* Gemm. ließ sich die Innenseite bloßlegen; leider waren aber gerade die Endspitzen des Internlobus nicht in wünschenswerter Deutlichkeit zu beobachten, zumal sie bei fortschreitender Prä-

[1] l. c., insbesondere Bd. 26. p. 37, 58, 134—137.

[2] So Cephalopoden, Taf. III Fig. 13 c; Ammoniten d. schwäb. Jura, Taf. V Fig. 1; Taf. X Fig. 2 b; Taf. XI Fig. 19; Taf. XV Fig. 2 b; Taf. XXI Fig. 1 b; Taf. XXIII Fig. 30, 31.

[3] Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias usw. 6. Taf. XXII Fig. 1 i; Taf. XXIII Fig. 2 q; Taf. XXIV Fig. 9 e; Taf. XXV Fig. 2 d, 4 f; 8. Taf. XVI Fig. 4 f; Taf. XVIII Fig. 1 h, 7 h.

[4] Cefalop. liass. del M. di Cetona. 8. p. 131 Fig. 41; p. 140 Fig. 44; p. 209 Fig. 73; 9. p. 145 Fig. 84.

paration des Exemplares fast ganz verschwanden. Was aber anfangs zu sehen war und was sich heute noch — wenn auch undeutlich — wahrnehmen läßt, entspricht viel besser der Annahme einer paarigen Anordnung der Endspitzen mit einem kleinen Höckerchen in der Medianlinie, als der einer einzigen medianen Endspitze. Diese Wahrnehmung mußte mich um so mehr überraschen, als *Arietites Fontanellensis* GEMM. (= *„Arieticeras“ Juliae* FUC.) gerade diejenige Art ist, an der Professor FUCINI, wie er in seinem eingangs zitierten Referate[1] berichtet, mit aller Deutlichkeit die Einspitzigkeit des Antisiphonallobus festgestellt hat und die er als typisch für das Verhalten der Arieticeren in dieser Hinsicht anführt. In der vortrefflichen Lobenzeichnung, die FUCINI an anderer Stelle[2] von dieser Art abgebildet hat, ist allerdings der Internlobus leider nicht vollständig wiedergegeben.

Erweist sich der Befund, von dem ich oben berichtet habe, an Exemplaren, die günstigere Voraussetzungen für die Beobachtung des gegenständlichen Merkmales bieten, als richtig, so würde sich die auffallende Tatsache ergeben, daß der Innenlobus innerhalb ein und derselben Art — (gegen die spezifische Identität seiner Form mit der meinen erhebt Professor FUCINI keine Bedenken) — bei manchen Exemplaren ein-, bei anderen wieder zweispitzig endigt. Unter derselben Voraussetzung würde aber auch die Form des Innenlobus — selbst wenn ihr die von FUCINI zugeschriebene generische Bedeutung zukäme, an der die eben erwähnte Tatsache und das Folgende starke Zweifel erregen — mindestens nicht gegen die Einreihung des *Ariet. Fontanellensis* bei *Arietites* sprechen; eine Einreihung, die bereits ROSENBERG[3] versucht, die später auch der Verfasser[4] vorgenommen und ausführlicher begründet hat und der jüngst auch J. v. PIA[5] zustimmend gefolgt ist.

Gehen wir nun zu denjenigen Arten des in Rede stehenden Formenkreises über, die von allen Autoren und auch vom Verfasser stets zu *Arieticeras* SEGUENZA gestellt wurden, so finden wir hier — entsprechend dem jüngeren Alter unserer Kenntnis dieser Formen — Beschreibungen und Abbildungen von Internloben in der Literatur viel spärlicher als bei den echten Arieten. Sehen wir von FUCINI's oben erwähnter Darstellung der Sutur seines *Arieticeras Juliae* (= *Arietites Fontanellensis*) ab, da wir diese Form noch zu den Arieten rechnen, so bleiben hauptsächlich zwei Lobenzeichnungen in desselben Forschers schöner Mono-

[1] l. c. p. 2.

[2] Ammon. del Lias medio dell' Appen. centr. 5. p. 184, Fig. 23, Taf. XXIV Fig. 5.

[3] Die lias. Cephalopodenfauna d. Kratzalpe. p. 258.

[4] l. c. 26. p. 42, Taf. III Fig. 1—2, Taf. VII Fig. 11.

[5] Autorreferat „Über eine mittelliassische Cephalopodenfauna aus dem nordöstlichen Kleinasien“. N. Jahrb. f. Min. etc. 1914. I. p. -162-.

graphie über die mittelliassischen Ammoniten des Zentral-Apennius in Betracht: die eine, bei *Arietic. algovianum* OPPEL[1], bringt den schmalen, deutlich einspitzigen Internlobus eines Exemplares dieser am längsten bekannten Art der ganzen Gruppe vollständig zur Darstellung, während die andere, bei *A. Bertrandi* KILIAN[2], von den inneren Partien der Sutur nur den linken Internsattel, also nur noch den einen Seitenrand des Antisiphonallobus wiedergibt, nicht aber auch dessen Unterrand und die Endspitzen, die ja für uns von dem größten Interesse sind.

Dagegen erwies sich an dem Materiale von Ballino die Untersuchung der Arieticeren für die in Rede stehende Frage als ergiebiger als diejenige der noch zu *Arietites* s. l. gestellten Formen. Im ganzen waren es 3 Stücke, an denen sich die Internseite im gekammerten Teile des Gehäuses bloßlegen ließ: ein Windungsfragment von *Arietic. retrorsicosta* OPPEL var. *geyeriana* (und zwar das Original zu **26**. Taf. II Fig. 12), das Originalexemplar unserer var. *involuta* des *Ariet. Del Campanai* FUC. (**26**. Taf. II Fig. 15) und ein Windungsbruchstück von *Ariet. Bertrandi* KILIAN, von dem die Lobenzeichnung Fig. 22 auf unserer Lobentafel (**26**. Taf. VII) abgenommen ist. Während ich bei den beiden ersten Stücken die Internloben, insbesondere mit Rücksicht auf ihre ungemein kleinen Dimensionen, nicht in solcher Deutlichkeit untersuchen konnte, daß ich mir eine positive Äußerung über die Anzahl und Anordnung der Endspitzen gestatten könnte, ließen sich diese Merkmale bei dem Exemplare von *Ariet. Bertrandi* — also gerade bei derjenigen Art, bei der uns FUCINI's vorerwähnte Lobenzeichnung im unklaren läßt — trotz der Winzigkeit der in Betracht kommenden Lobenelemente an zwei aufeinanderfolgenden Suturlinien gut beobachten. Hier zeigt der Internlobus das folgende Bild (Textfigur 1):

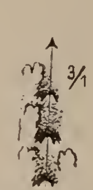




Fig. 1. Internlobus eines Windungsbruchstücks von *Arieticeras Bertrandi* KILIAN von Ballino (Original zu Ballino **26**. Taf. VII Fig. 22). Vergrößerung ca. 5 : 1.

von den mäßig schlanken, randlich gekerbten Internsätteln eingefaßt, wird er median durch ein Höckerchen von abgerundet-dreieckigem Umriß in zwei schwach divergierende Hauptspitzen ge-

[1] Ammon. del Lias medio dell' Appenn. centr. **5**. p. 176. Fig. 19.
[2] Ibid. p. 179. Fig. 20.

teilt, die selbst wieder in je zwei feine Endspitzen auslaufen. Dieser Internlobus zeigt also unzweifelhaft paarige Anlage der Endspitzen; er ist deutlich zweispitzig.

Berücksichtigen wir andererseits, daß Fucini bei einer dem *Ariet. Bertrandi* ungemein nahestehenden Art, bei *A. algovianum*, einen einspitzigen Internlobus beobachtet und abgebildet hat, so ergibt sich, daß der Antisiphonallobus bei den Arieticeren bald ein-, bald zweispitzig ist und durchaus nicht, wie Fucini annimmt, im strikten Gegensatze zu den echten Arieten immer „nur eine Spitze allein" aufweist.

Daraus folgt aber weiter, daß der Ein- oder Zweispitzigkeit des Innenlobus für die Unterscheidung von *Arietites* und *Arieticeras* der Wert eines Gattungsmerkmals nicht zukommt und daß auch dieses Merkmal keine Handhabe bietet, um inmitten der mannigfachen Formen, die in einer breiten Grenzzone von den typischen Arieten zu den höher entwickelten Harpoceren hinüberleiten, eine scharfe, unnatürliche Grenze zu ziehen.

Auch die — selten dankbare — Untersuchung des Internlobus wird es dem Forscher, der sich mit derartigen Formen befaßt, nicht ersparen, bei jeder einzelnen Art sorgfältig zu prüfen, ob bei ihr — rein morphologisch betrachtet — die Arieten- oder die Harpoceren-Merkmale überwiegen, und er wird sich bei der Entscheidung dieser Frage, unbeirrt durch stratigraphische Vorurteile, nur von seinem auf Formenkenntnis und Scharfblick beruhenden wissenschaftlichen Taktgefühl leiten lassen dürfen.

Wien, 10. Juni 1914.

Besprechungen.

K. Scheid: Die Metalle. 3. Aufl. Leipzig bei B. G. Teubner. 1914. (Aus Natur und Geisteswelt.) 111 p. Mit 10 Textfiguren.

Diese kurze Übersicht über die Erze, die Eigenschaften und die Gewinnung der Metalle ist 1901 zum erstenmal erschienen. Man erhält aus den gebotenen knappen Darstellungen einen guten Einblick in die Verhältnisse. Selbstverständlich ist das Schriftchen nur für Nichtfachleute bestimmt. Nach einer allgemeinen Einleitung folgt die Besprechung von Gold, Platin, Quecksilber, Kupfer, Blei, Silber, Eisen (dieses nur verhältnismäßig kurz, weil ein anderes Bändchen derselben Sammlung die Eisenhüttenkunde speziell behandelt), Zink, Nickel, Zinn, Aluminium, Leichtmetalle. Zum Schluß wird die Heizung und deren chemische Vorgänge und die Verarbeitung der Metalle erläutert und eine allgemeine Übersicht über die Eigenschaften der Metalle gegeben, sowie ein Überblick über die 1911 in Deutschland geförderten Erze und die aus ihnen produzierten Hüttenerzeugnisse nach Menge und Preis. **Max Bauer.**

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Dr. **H. Krauss**, Assistent bei der geognost. Landesanstalt in München, Leutnant im 1. bayr. Fußartillerie-Regiment.

Dr. **Adolf Riedel**, Geologe in München, vom Infanterie-Leibregiment.

Dr. **Ernst Fischer**, Vizewachtmeister der Reserve des württembergischen Reserve-Feldartillerieregiments No. 26, gefallen am 21. August 1914 bei Fréconrupt in den Vogesen. Geboren in Reutlingen am 29. April 1888. Studierte seit 1906 an den Universitäten Tübingen, Freiburg und München und promovierte im Winter 1910/11 mit einer wertvollen Monographie des Lochengebiets in der Schwäbischen Alb bei Professor Koken in Tübingen. Bis zum Herbst 1911 Assistent am dortigen Geologisch-mineralogischen Institut, war er vom Frühjahr 1913 ab in Halle a. S. bei Professor Walther. Er beabsichtigte, sich im Laufe des Wintersemesters 1914/15 dort für Geologie und Paläontologie zu habilitieren.

Dr. **Kunibert Boehnke**, Königsberg i. Pr., gefallen am 27. Oktober 1914 in der Schlacht bei Suwalki. Seine Erstlingsarbeit über „Die Stromatoporen der nordischen Silurgeschiebe in Nord-Deutschland“ wird demnächst in der „Palaeontographica“ erscheinen.

Otto Daiber (aus Stuttgart), cand. geol. in Tübingen.

Hans Kirn (aus Tübingen), stud. geol. in Tübingen.

Dr. **Müller**, Leutnant der Reserve im württembergischen Infanterie-Regiment No. 119.

Clausnitzer, Bergassessor, Leutnant der Reserve im 2. Garde-Regiment zu Fuß.

Dr. **Tornau**, Bezirksgeologe, Oberleutnant der Landwehr im Landwehr-Infanterie-Regiment No. 10 (seiner Verwundung im Breslauer Garnison-Lazarett erlegen).

Dr. **Leopold Oppenheimer** aus Schriesheim bei Heidelberg, Lehramtspraktikant in Heidelberg, Einjähriger Unteroffizier im 81. Infanterie-Regiment, 4. Komp., 18. Armeekorps, gefallen am 22. August als Patrouillenführer bei Bertrix in Belgien. Seine Dissertation „Untersuchungen an Cordierit“ erschien in den Verhandl. d. Heidelb. Naturh.-Med. Vereines. N. F. **13**. (1914.) p. 257—303.

Hans von Pernthaler aus Riva am Gardasee, gefallen am 8. September 1914 in Nordgalizien. Er vollendete seine Studien an der Universität Innsbruck und begann daselbst sich der Staatsprüfung für das Mittelschullehramt zu unterziehen durch Abfassung einer interessanten Arbeit über „Zwillingsbildung der Kristalle“, welche er am mineralogisch-petrographischen Institute ausführte und die auch als Dissertation hätte dienen und im N. Jahrb. f. Min. etc. veröffentlicht werden sollen.

Stuttgart, 8. Januar 1915.

Hierdurch machen wir die schmerzliche Mitteilung, dass der Mitinhaber unserer Firma,

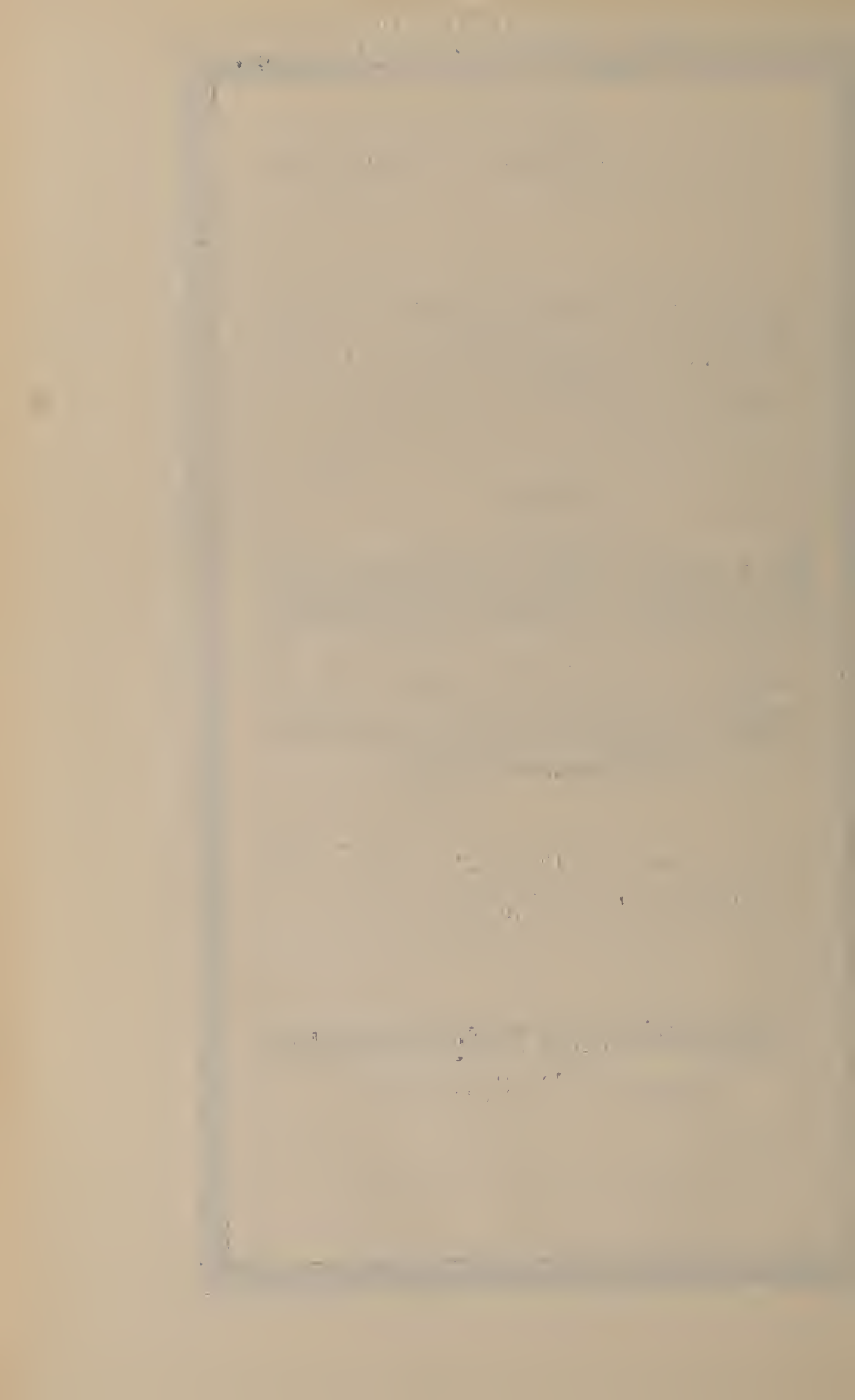
Herr

Dr. rer. nat. Theodor Sproesser,

Leutnant d. R. im Feldartillerie-Regiment No. 29,
Inhaber des Eisernen Kreuzes und des bayr. Militärverdienstordens mit Schwertern.

am 3. Januar in Polen im Kampfe für sein Vaterland gefallen ist.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser.



Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Künstliche Translationen am Bittersalz.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Einleitung.

Nach der kürzlich auf $Li_2SO_4 . H_2O$ angewandten Methode[1] wurden nunmehr Bittersalzkristalle gepreßt, die bei Zimmertemperatur in einer wässerigen Lösung von 100 g Bittersalz + 5 g Borax entstanden waren und folgenden Habitus zeigten: {111}, {110} und zuweilen {010}, oder {1̄11}, {110} und zuweilen {010}. Es wurde jedesmal ein Kristall in Schwefelblumen innerhalb des Stahlzylinders festgestampft. Der mit der hydraulischen Presse[2] auf den Stahlstempel einige Stunden lang ausgeübte Druck betrug 3000 bis 4000 Atmosphären, der Kristalldurchmesser parallel der Stempelachse 2 bis 5 mm, senkrecht dazu etwa 5 mm. Das Herauslösen aus der kompakt gewordenen Schwefelmasse geschah in CS_2. Die Pressung erfolgte bei Zimmertemperatur.

1. Translationen nach {110}.

6 Versuche. Stempelachse ⊥ {010} (Spaltungsflächen) oder ⊥ {100} (Schliffflächen).

Die Kristalle waren in 0,3 bis 1 mm dünne Blättchen // (110) und // (1̄10) zerfallen, die meist noch locker aneinander hafteten. Die Absonderungsflächen {110} sind unregelmäßig gewellt, jedoch sehr glänzend, glänzender als die Wachstumsflächen[3]; ∢ (110) : (010) $= 45^0 20\frac{1}{2}' \pm 1\frac{1}{2}'$ und $45^0 37' \pm 14'$ an 2 Präparaten gemessen, $= 45^0 17'$ berechnet[4]. Die translatierten Schichten zeigen zuweilen vom Hauptteil ein wenig abweichende Doppelbrechungen und Auslöschungslagen: ihr Ausstreichen auf Spaltungsflächen {010} und auf Absonderungsflächen {110} gibt unregelmäßig variierende, jedoch der Zone [001] gehorchende Reflexe: einzelne Translationsstreifen auf {010} reflektieren zugleich mit einer Absonderungsfläche von {110}.

Also T = {110}, t = ? [1̄10].

[1] A. Johnsen. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX. p. 508. 1914.

[2] Dieselbe wurde mir auch dieses Mal wieder aus dem Physikal. Inst. durch Herrn Dieterici gütigst geliehen.

[3] Gewöhnlich „Kristallflächen“ genannt; der Begriff „Kristallfläche“ im weiteren Sinne umfaßt aber sowohl die Wachstumsflächen als auch die Auflösungsflächen.

[4] Die Berechnung erfolgte stets nach den Messungen von Brooke.

2. Translationen nach {100}.

6 Versuche. Stempelachse ⊥ (110) oder ⊥ (1$\bar{1}$0).

Die Kristalle waren in 0,3 bis 1 mm dünne Blättchen // {100} zerfallen, die meist noch locker aneinander hafteten. Die Absonderungsflächen {100} sind unregelmäßig gewellt, jedoch sehr glänzend, glänzender als die Wachstumsflächen; ∢ (100) : (010) = $90^0 \pm 2\frac{1}{2}^0$ gemessen, = $90^0 0'$ berechnet. Die Translationsschichten weichen zw. × Nic. zuweilen ein wenig vom Hauptteil des Kristalles ab. Auf {010} und {110} bemerkt man vertikale Translationsstreifen mit variierenden, in der Zone [001] liegenden Reflexen.

Also T = {100}, t = ? [010].

3. Translationen nach {011}.

8 Versuche. Stempelachse ⊥ (00$\bar{1}$) (angeschliffen) oder ⊥ {010} (angespalten) oder ⊥ (110).

Es erfolgte zuweilen eine ziemlich unebene, aber glänzende Flächen liefernde Absonderung nach {011}. Häufiger sieht man vereinzelte sehr geradlinige Translationsstreifen, deren Längsrichtungen L folgende Orientierungen hatten: auf (010) ∢ L : [001] = $90^0 \pm 1^0$ gem., = $90^0 0'$ berechn.: auf (110) ∢ L : [001] = $65^0 \pm 1\frac{1}{2}^0$ gem., = $67^0 56'$ berechn.; auf (100) (= Absonderungsfläche) ∢ L : [001] = $60^0 \pm \frac{1}{2}^0$ gem., = $60^0 17'$ berechn. Absonderungsflächen {011} ergaben auf dem Reflexionsgoniometer:

∢ (011) : (010) = $61\frac{1}{2}^0 \pm 1^0$ gem., = $60^0 17'$ berechn.
∢ (011) : (110) = $68\frac{3}{4}^0 \pm 1^0$ gem., = $69^0 35'$ berechn.

Die Translationsstreifen zeigen variierende Reflexe in den geforderten Zonen. Die translatierten Schichten hellen in der Auslöschungslage des Kristalles oft stark auf, jedoch ohne konstante optische Orientierung. Läßt man die durch eine Absonderungsfläche (011) getrennten Hälften eines gepreßten Rechtsers fortwachsen, so resultieren zwei einfache Rechtser. Auch das feinste Pulver gepreßter Kristalle wuchs stets zu einfachen, unverzwillingten Individuen von der Art des gepreßten fort. Ebenso verhielt sich das Pulver von Kristallen, in welchen irgend eine andere der in dieser Notiz beschriebenen Gleitungen erfolgt war.

Also T = {011}, t = ? [01$\bar{1}$].

4. Translationen nach {101}.

2 Versuche. Stempelachse ⊥ (100) (angeschliffen) oder ⊥ (110).

Es ergab sich eine wenig vollkommene Absonderung nach {101} mit ziemlich glänzenden Flächen: ∢ (101) : (100) = $60^0 \pm 3^0$

gem., $= 60^0 2'$ berechn. Auf $\{010\}$ beobachtet man u. d. M. vereinzelte, zw. $\times$ Nic. vom Hauptteil optisch abweichende Streifen L; $\sphericalangle$ L : [001] $= 60^0 \pm 1^0$ gem., $= 60^0 2'$ berechn. Die Spur der Gleitschichten auf $\{110\}$ ist mit derjenigen der unter 3. beschriebenen Translationen ident.

Also T = $\{101\}$, t = ? [$\bar{1}$01].

5. Translationen nach $\{201\}$.

2 Versuche. Stempelachse $\perp$ (00$\bar{1}$) (angeschliffen).

Man erhält ziemlich gute, glänzende Absonderungsflächen $\{201\}$ neben $\{011\}$; $\sphericalangle$ (201) : (011) $= 56^0 10' \pm 1^0 30'$ gem., $= 55^0 19'$ berechn. Durch (010) erblickt man in der Auslöschungslage des Kristalles aufhellende Streifen L; $\sphericalangle$ L : [001] $= 42^0 \pm 1^0$ gem., $= 40^0 56'$ berechn.

Also T = $\{201\}$, t = ? [$\bar{1}$02].

6. Allgemeineres.

Alle oben verifizierten Translationsebenen sind ihrer Lage nach als Wachstumsflächen des Bittersalzes bekannt. Es sind sämtlich solche Flächen, die eine in jeder Hinsicht gleichwertige Parallelfläche (Gegenfläche) besitzen.

Lamellen oder auch nur Klüfte parallel der vollkommenen Spaltungsebene (010) entstanden bei obigen Druckversuchen niemals. Daher dürfte keine der obigen Absonderungen, zumal ihnen optisch abweichende Schichten (wie beim Steinsalz) parallel laufen, Spaltbarkeit bedeuten. Prinzipiell ausgeschlossen ist es im übrigen nicht, daß unter hohen allseitigen Drucken andere Spaltbarkeiten auftreten als unter niedrigen. Die von Groth[1] zitierte Spaltbarkeit nach $\{101\}$ konnte ich nicht beobachten, statt dessen aber Translationen nach dieser Form.

Die oben mit je einem Fragezeichen versehenen Translationsrichtungen t bedeuten nur die nach meinen Versuchen wahrscheinlichsten t-Richtungen. Translationsstreifung konnte mit Sicherheit nur auf den vor der Pressung freigelegten Spaltungsflächen $\{010\}$ sowie auf den während der Pressung entstandenen Absonderungsflächen, nicht aber auf den Wachstumsflächen $\{111\}$ oder $\{1\bar{1}1\}$ beobachtet werden, da die Wachstumsflächen, von vornherein nicht sehr glänzend, nach der Pressung und dem Herauslösen des Kristalles aus dem Schwefelzylinder recht matt waren. Eine Unterscheidung von +t und −t konnte unter diesen Bedingungen naturgemäß erst recht nicht erfolgen, zumal da regelmäßige Fältelungen nie auftraten.

Nach der Häufigkeit und Feinheit der Absonderungslamellen und der Translationsstreifen müßten die Gleitungen nach $\{110\}$

[1] Groth, Chem. Kristallogr. II. p. 430. 1908.

und {100} viel leichter vor sich gehen als die übrigen, wofür wohl auch die starke optische Deformation der letzteren gegenüber ersteren sprechen dürfte. Jedoch kann auch die Form der Kristalle die Druckverteilung zugunsten dieser oder jener Gleitung beeinflussen. Würde man statt des Kristalles eine Kugel in das Schwefelpulver des stählernen Hohlzylinders einbetten und dann den stählernen Vollzylinder (Stahlstempel) bei guter Abdichtung hineinpressen, so würde die Druckverteilung auf jener Kugel durch ein in der Richtung der Stempelachse gestrecktes Rotationsellipsoid dargestellt werden. Nennen wir seine Radien ϱ, seine beiden Hauptradien R und r, so herrscht auf jedem Oberflächenelement unserer Kugel ein konstanter Druck r nebst einem von Ort zu Ort variierenden Überdruck $\varrho - r$; dieser Überdruck wird zum Minimum Null in den Richtungen senkrecht zur Stempelachse, d. h. auf den Flächenelementen des Kugeläquators, und zum Maximum $R - r$ in der Richtung der Rotationsachse, d. h. am Nordpol und am Südpol. Messen läßt sich (mit dem Manometer der hydraulischen Presse) nur R, während sich r der Messung und bis heute auch genauerer Berechnung entzieht; doch läßt sich ein unterer Grenzwert r′ für r berechnen, so daß aus R und r′ für jeden Ort der Kugelfläche ein ϱ' sich ergibt. Ersetzt man nun aber die Kugel durch einen weniger regelmäßigen Körper, wie z. B. ein Glaspolyeder oder einen regulären Kristall, so verändert sich dies Druckellipsoid zu einer völlig unbekannten Fläche höherer Ordnung.

In dieser Hinsicht scheint es von Interesse zu sein, daß die Bedingung „Stempelachse $\perp$ (110)“ stets Translationen nach T = (100), nie nach T = (110) zur Folge hatte, die Bedingung „Stempelachse $\perp$ (010)“ stets Gleitungen nach T = {110}, nie nach T = {100} bewirkte.

7. Die Zirkularpolarisation.

Bittersalz bietet das erste Beispiel für Translationsfähigkeit solcher Kristallarten dar, die als zirkularpolarisierend erkannt sind.

Dufet[1] hat die Beziehung zwischen Form und Drehungssinn des Bittersalzes nicht fixiert, auch Pocklington[2] hat das in einwandfreier Weise nicht getan.

Schleift man eine 4 mm dicke Platte von Bittersalz senkrecht zu einer optischen Achse (für Na-Licht), d. h. unter 25° 43′ gegen (010) und unter 19° 34′ gegen (110), benetzt sie beiderseits mit Zedernholzöl, bedeckt sie mit einem Deckgläschen, legt sie auf den Glastisch eines Nörrenberg'schen Polarisationsapparates, aus dem man Sammellinsen und Kondensorlinsen sowie das gesamte

[1] Dufet, Bull. Soc. franç. min. 27. p. 162. 1904.
[2] Pocklington, Nature. 73. p. 270. 1906.

Fernrohr entfernt hat, stülpt über das Präparat einen Dreh-Analysator und setzt auf diesen etwa Objektiv „0" eines Fuess-schen Mikroskops, so entsteht in der oberen Brennebene dieser Linse das primäre reelle Interferenzbild. Dieses Bild beobachtet man mit einem Mikroskop, welches zwecks großen objektiven Sehfeldes ebenfalls etwa mit Objektiv „0" versehen ist, während man das Okular zur Änderung der Vergrößerung wechseln kann. Um den Öffnungswinkel des benutzten unteren Nörrenberg-Tubus möglichst weitgehend auszunutzen, hat man die Na-Lampe genügend nahe an den Nörrenberg-Spiegel und vor allem das Objektiv möglichst dicht an das Präparat zu bringen; zu letzterem Zweck entfernt man den Analysator, setzt das Objektiv direkt auf das Deckglas und den Dreh-Analysator auf das Mikroskop-Okular. Diese Anordnung ist prinzipiell das Bertrand-Amici'sche Konoskop, indem unser oberes Objektiv die Rolle der Bertrand-Linse spielt. Setzt man den Polarisator statt in den Nörrenberg-Tubus in kürzere oder längere Tuben, so variiert man die Konvergenz innerhalb der durch den Polarisator gegebenen Grenzen. Auf stärkere Konvergenz und auf großes objektives Sehfeld ist besonders dann zu achten, wenn die Plattennormale mit der optischen Achse einen relativ großen Winkel bildet; dann ist unmittelbar unter dem Präparat, also in der Tischöffnung, eine die Öffnung möglichst ausfüllende Konvergenzlinse anzubringen, deren Brennweite $f < \frac{d_2 L}{2(d_1 + d_2)}$ sein muß, wo L die Länge des Nörrenberg-Tubus, d_1 der Durchmesser seiner unteren Öffnung und d_2 derjenige seiner Tischöffnung ist.

Der obigen Betrachtung entsprechende Anordnungen werden stets dann zu wählen sein, wenn man schwache Zirkularpolarisation bei starker Doppelbrechung im Interferenzbilde beobachten will. Das gilt für Bittersalz, wo Dufet[1] die spez. Drehung $\delta_D = 2{,}6^0$, die Doppelbrechung $(\gamma - \alpha)_D = 0{,}02^0$ fand[2]. Wünscht man lediglich den Drehungssinn zu ermitteln, so schiebt man in das Mikroskop eine $\frac{\lambda}{4}$-Platte und beobachtet den Windungssinn der dunklen Spirale.

So fand ich diejenigen Bittersalz-Kristalle, die unter den in der Einleitung genannten Bedingungen mit dem bei üblicher Aufstellung rechten Bisfenoid {111} kristallisieren, rechtsdrehend.

8. Strontiumformiat—Dihydrat.

Dieses Salz kristallisierte aus reiner wässeriger Lösung bei

---

[1] s. Groth, Chem. Krist. 3. p. 430. 1908.

[2] Die Doppelbrechung ist also über 3mal so groß wie diejenige des Quarzes, die Drehung fast nur $\frac{1}{10}$ so groß.

Zimmertemperatur mit $\{010\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{1\bar{2}1\}$ und kleinem $\{111\}$, oder mit $\{010\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{121\}$ und kleinem $\{1\bar{1}1\}$.

Pressungen von obiger Art bewirkten nur eine Teilung nach $\{011\}$:

$\sphericalangle$ (011) : (010) = 58° 49½′ ± 1′ gem., = 59° 17′ berechn.[1]
$\sphericalangle$ (011) : (110) = 74° 35′ ± 1′ „ , = 74° 35′ „
$\sphericalangle$ (011) : (110) = 74° 11′ ± 1½′ „ , = 74° 35′ „

Grailich[2] und Lang[2] geben Spaltbarkeit in Spuren nach $\{010\}$ und nach $\{011\}$ an.

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.

26. Monazit von Bom Jesus dos Meiras, Provinz Bahia, Brasilien.

Von **J. Uhlig.**

Mit 1 Textfigur.

Der Monazit findet sich bekanntlich in Brasilien, besonders auch in der Provinz Bahia, in ziemlicher Verbreitung. Namentlich tritt er in Sanden auf, aber er ist auch „ein konstanter, mitunter durchaus nicht seltener akzessorischer Gemengteil der brasilianischen Granite und Gneise der verschiedenen Staaten“[3]. Das Vorkommen von Bom Jesus ist neu. Angeblich findet sich hier der Monazit in einem Pegmatit zusammen mit einer Anzahl anderer bemerkenswerter und teilweise schön kristallisierter Mineralien. Freilich dürften die miteinander zusammen vorkommenden Mineralien nicht sämtlich pegmatitische Bildungen sein, wie u. a. aus dem Auftreten von Magnesit unter ihnen hervorgeht.

Da die mit dem Monazit vergesellschafteten Mineralien, wie ich erfuhr, bereits von anderer Seite ihre Bearbeitung finden, so will ich auf sie hier nicht näher eingehen und nur meine schon länger abgeschlossenen Untersuchungen über den Monazit mitteilen. Dieser wurde wegen seiner ungewöhnlichen kristallographischen Ausbildung für ein möglicherweise neues Mineral gehalten und mir zur chemischen Untersuchung übergeben. Aus dem oben angegebenen Grunde will ich auch meine nahezu beendeten Untersuchungen über den mit dem Monazit vergesellschafteten Magnesit nicht veröffentlichen. Nur zwei Analysen desselben teile ich anhangsweise mit, da die Publikation von Analysen ja auf jeden Fall erwünscht ist.

Das untersuchte Material entstammt teilweise dem hiesigen

[1] Nach Alexatt. s. Groth's Chem. Krist. **3**. p. 19. 1910.
[2] s. Groth, ibid.
[3] E. Hussak, Mineralogische Notizen aus Brasilien. Tscherm. Min. u. petr. Mitt. **12**. (1891.) p. 470.

Mineralogischen Museum. Herrn Geheimrat R. BRAUNS, der mich zur Bearbeitung anregte und mir das Material überließ, möchte ich auch an dieser Stelle wärmstens danken. Außerdem gebührt Herrn Kommerzienrat Dr. G. SELIGMANN in Koblenz mein Dank, der mir aus seiner Sammlung weiteren Monazit und Magnesit für die Untersuchung zur Verfügung stellte. Die Stufen waren in beiden Fällen ursprünglich von dem Mineralienhändler H. MENN in Idar erworben.

Der untersuchte Monazit von Bom Jesus zeichnet sich namentlich durch den ungewöhnlichen Habitus seiner gut ausgebildeten Kristalle und chemisch durch den verschwindend geringen Gehalt an Thorium aus.

Die gelbbraunen bis kolophoniumbraunen Kristalle sind z. T. rundum ausgebildet und werden dabei bis $\frac{3}{4}$ cm groß. An dem mir vorliegenden Material bilden sie gewöhnlich untereinander sowie mit Magnesit, rosafarbenem Topas und Smaragd zusammengebackene Massen. Beobachtet wurden die folgenden, auch sonst am Monazit häufigen Formen:

v = (111) P	z = ($\bar{3}$11) 3P3
a = (100) ∞P∞	e = (011) P∞
w = (101) —P∞	

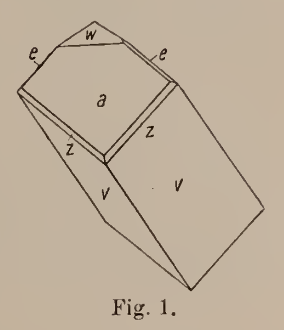


Fig. 1.

v, a und w sind stets vorhanden, z und e finden sich nur an manchen Individuen als schmale Facetten, die mit a und v in einer Zone liegen. Der ungewöhnliche Habitus wird durch das Vorherrschen von v bedingt (s. Fig. 1), wodurch die Kristalle ein prismatisches Aussehen erhalten. Soweit ich aus der Literatur ersehen konnte, ist ein ähnlicher Typus bisher festgestellt worden an einem Kristall vom Ural[1], an den von SELIGMANN beschriebenen Kristallen aus dem Tessin[2], am Monazit von Alexander County, Nord-Carolina[3], an manchen Kristallen von der Grube Tripuhy bei Ouro Preto in Minas Geraës, Brasilien[4], und endlich am sog.

[1] N. v. KOKSCHAROW, Materialien zur Mineralogie Rußlands. **4**. p. 17.

[2] G. SELIGMANN, Mineralogische Notizen. II. Zeitschr. f. Krist. **6**. 1882. p. 231.

[3] E. S. DANA, Über den Monazit von Alexander County, Nord-Carolina. Zeitschr. f. Krist. 7. 1883. p. 363.

[4] E. HUSSAK und G. T. PRIOR, Lewisit und Zirkelit, zwei neue brasilische Mineralien. Min. Magazine. **11**. 1895. p. 80—88. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1897. I. p. 446.

Kryptolith von Norwegen [1]. Diese schon früher beschriebenen Monazitkristalle sind jedoch, mit Ausnahme des Kryptoliths, durchgängig viel flächenreicher als diejenigen von Bom Jesus. Die brasilianischen Monazite haben für gewöhnlich eine andere Ausbildungsweise [2].

In Tabelle 1 sind die an den fünf besten Kristallen erhaltenen Messungen zusammengestellt. Die Abweichungen hängen z. T. mit der nicht ganz tadellosen Beschaffenheit der Flächen (die Signale sind gewöhnlich mehr oder weniger auseinandergezogen), z. T. mit wirklichen Schwankungen der Winkelwerte an den verschiedenen Kristallen zusammen.

Tabelle 1.

Kristall No.	v : v'	a' : v	a : w	a' : z	a : e
1 . . .	73° 26'	62° 26'	39° 7'	27° 56'	—
2 . . .	72 48,5	61 25	39 24	27 11	—
3 . . .	73 11,5	61 25	39 31	26 52	—
4 . . .	73 4,5	62 8	39 19	—	80° 1'
5 . . .	72 51	—	—	—	—
Mittel .	73° 4,5'	61° 51'	39° 20'	27° 20'	80° 1'

Aus den Messungen v : v', a' : v und a : w wurde das Achsenverhältnis I berechnet:

$$\text{I. } a : b : c = 0.9693 : 1 : 0,9154 : \beta = 76° \ 6'$$
$$\text{II. } a : b : c = 0,96933 : 1 : 0.92558 ; \beta = 76° 20' 10''$$
$$\text{III. } a : b : c = 0,97224 : 1 : 0,92784 ; \beta = 76° 26' 30''$$

Zum Vergleich ist das von N. v. Kokscharow angegebene Achsenverhältnis unter II, das von K. Busz (a. a. O. p. 484) für Monazit von Dattas ermittelte unter III beigefügt.

In Tabelle 2 sind neben die gemessenen Winkel die berechneten und die in Dana's Mineralogy, 1894, p. 750, angegebenen Werte beigefügt.

Tabelle 2.

	Gefunden	Berechnet	Nach Dana
v : v'	*73° 4,5'	73° 4,5'	73° 19'
a' : v	*61 51	61 51	61 31
a : w	*39 20	39 20	39 12 30"
a' : z	27 20	26 54,5	26 44
a : e	80 1	79 39	79 53

[1] E. Mallard, Über den Kryptolith von Norwegen. Bull. de la soc. franç. d. Min. 1887. **10**. p. 236. Ref. Zeitschr. f. Krist. **15**. 1889. p. 642.

[2] Vergl. K. Busz, Über den Monazit von Dattas, Diamantina, Provinz Minas Geraës in Brasilien. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX (Festband Bauer). 1914. p. 482.

Eine schlechte Spaltbarkeit ist nach a (100) vorhanden. Spez. Gewicht = 5,162, Härte = 5. Doppelbrechung sehr stark, n = ca. 1,75—1,80 (nach Einbettungsmethode). Schwacher Pleochroismus zwischen heller und dunkler gelb ist u. d. M. an kleinen Kristallen deutlich wahrnehmbar. Vor dem Lötrohr ist das Mineral unschmelzbar. Es wird beim Glühen weiß, behält aber seine hohe Doppelbrechung.

Die Analyse, durch die das Mineral als Monazit identifiziert wurde, ergab die folgenden Werte; der Analysengang ist im Anhang dargelegt.

	I.	II.	Mittel	Mol.-Verh.
P_2O_5	—	29,34	29,34 : 142,0	= 0,207
ThO_2	0,05	—	0,05 : 264,42	—
Ce_2O_3	25,99	26,12	26,06 : 328,50	= 0,079
$(Nd, Pr, La)_2O_3$ . . .	40,22	39,61	39,92 : 332	= 0,120
Y_2O_3	2,65	2,90	2,78 : 285	= 0,010
CaO	0,39	0,42	0,41 : 56,09	= 0,007
Unlösl. in H_2SO_4 . .	0,40	—	0,40 —	—
H_2O	0,54	—	0,54 —	—
		Summe . . .	99,50	

(Außerdem Spuren von Fe, Mn, Mg.)

An der chemischen Zusammensetzung des Monazits von Bom Jesus ist nach der Analyse zweierlei bemerkenswert. Das ist einmal der geringe Gehalt an ThO_2, so daß bei seiner Feststellung besondere Vorsichtsmaßregeln angewendet werden mußten (s. Analysengang). Weiter ist ungewöhnlich, daß Ce_2O_3 der Menge nach hinter den übrigen Ceriterden Nd_2O_3, Pr_2O_3 und La_2O_3 beträchtlich zurücksteht. Unter den Ceriterden scheint namentlich Nd_2O_3 vorzuherrschen, indem alle Lösungen der Erden sowie auch die Oxalat- und Hydroxydfällungen charakteristisch rosa bis zartviolett gefärbt waren und das Absorptionsspektrum des Neodyms, daneben auch des Proseodyms zeigten. Bei der Berechnung wurde dementsprechend als mittleres Atomgewicht von Nd, Pr, La 142 gewählt unter der Annahme, daß etwa Nd = Pr + La. Dies ist z. B. in der unten zum Vergleich angeführten Analyse 3 des Monazits von Bandeirinha, Minas Geraës', angenähert der Fall. Da die Atomgewichte der drei Elemente überhaupt nur wenig voneinander abweichen, ist der mögliche Fehler gering. Das Molekulargewicht des Gemisches der drei Erden ist dementsprechend 332. Für die Yttererden ergab eine direkte Bestimmung das Atomgewicht 118,5. Als Molekulargewicht ist für Y_2O_3 entsprechend 285 eingesetzt. Die Berechnung ergibt, daß P_2O_5 recht genau durch die Basen gebunden wird. Da 1 P_2O_5 1 R_2O_3 (seltene Erden) und 3 CaO bindet, so ergibt sich:

$$P_2O_5 : (R_2O_3 + \tfrac{1}{3} CaO) = 0{,}207 : 0{,}211 = 1 : 1{,}02.$$

entsprechend der Formel:

$$\overset{III}{R}_2 P_2 O_8 \text{ bezw. } \overset{III}{R} P O_4.$$

Zum Vergleich sind im folgenden eine Anzahl Monazitanalysen aus DOELTER's Handbuch der Mineralchemie, **3**, p. 546 ff., die durch Fehlen oder geringen Gehalt an ThO_2 ausgezeichnet sind, neben die oben mitgeteilte Analyse gestellt. Allen gemeinsam ist der hohe, über 29 % hinausgehende Gehalt an P_2O_5, der bei den ThO_2-reichen Varietäten um einige Prozent geringer zu sein pflegt. Auch der hohe Gehalt an $(Nd, Pr, La)_2O_3$ und der geringere an Ce_2O_3 ist diesen Varietäten eigen.

	1.	2.	3.	4.	5.
P_2O_5 . . .	29,34	29,92	29,18	28.7	29,32
ThO_2 . . .	0,05	—	1,09	—	1,48
Ce_2O_3 . .	26,06	28,82	32,46	31.3	37.26
$(Pr, La)_2O_3$ / Nd_2O_3 . .	39,92	40.79	19,21 / 16,81	39,9	31,60
Y_2O_3 . . .	2.78	—	—	—	—
Fe_2O_3 . .	—	[1,36]	0,61	—	—
CaO . . .	0,41	[0,90]	0,10	—	—
H_2O . . .	0,54	—	—	—	0,17
Unlösliches	0,40	[1,60 SiO_2]	—	—	0,32 (SiO_2)
Summe . .	99,50	99,53	99,46	99,9	100,15

1. Bom Jesus dos Meiras, Provinz Bahia (Brasilien). Oben mitgeteilte Analyse.
2. Arendal, anal. L. F. RAMMELSBERG 1877. DOELTER, a. a. O. No. 1.
3. Bandeirinha, Minas Geraës (Brasilien), anal. J. REITINGER 1903. A. a. O. No. 26.
4. Caravellas (Brasilien), anal. H. GORCEIX 1885. A . a. O. No. 27.
5. Alexander Co, Nord-Carolina, anal. S. L. PENFIELD 1888. A. a. O. No. 32.

Die folgenden Analysen zeigen die Zusammensetzung des Magnesits, der sich in Gesellschaft des Monazits und gern mit ihm verwachsen findet:

	I.	Ia.	II.
CO_2	50,27	51,66	51.9
MgO	46,09	47,36	47.4
CaO	0,28	0,29	0,7
FeO	0,67 (z. T. Fe_2O_3)	0,69	0.5
Selt. Erden . . .	0,45	—	—
P_2O_5	0,17	—	—
In HCl unlösl.	1,78	—	—
Feuchtigkeit . .	0.06	—	—
Summe . .	99,77	100,00	100.5

I. Kleine, ca. 1 mm große Rhomboederchen von Magnesit. mit Monazit innig verwachsen; Menge der Analysensubstanz 0,65 g.

I a. Vorige Analyse. nach Abzug der fremden Beimengungen auf 100 % Carbonat berechnet.

II. Größere, flächenreiche Magnesitkristalle. bis über 1 cm im Durchmesser; farblos und durchsichtig. Menge der Analysensubstanz 0,1 g ca.

Anhang: Analysengang.

Die beiden Kontrollanalysen I und II fanden nach verschiedenen Methoden statt, wobei jedesmal ca. 0,8 g Substanz verwendet werden konnten. Eine dritte Portion der Substanz wurde zu einer Fluorbestimmung benutzt, da ich bei der qualitativen Vorprüfung Fluor festgestellt zu haben glaubte. Eine genaue Bestimmung nach der Methode von BERZELIUS ergab jedoch ein negatives Resultat.

Analyse I. Das Analysenpulver wurde im Schiffchen innerhalb eines Porzellanrohres stark geglüht. Das hierbei ausgetriebene Wasser wurde in einem Chlorcalciumrohr aufgefangen und gewogen.

Beim Glühen war das Pulver nicht im geringsten zusammengesintert und konnte für die weitere Analyse in konz. Schwefelsäure gelöst werden. Der Überschuß der letzteren wurde größtenteils abgeraucht (vergl. R. J. MEYER und O. HAUSER. Die Analyse der seltenen Erden und Erdsäuren. 1912. p. 230. 231). Die entstandenen Sulfate wurden in kaltem Wasser gelöst. Ein hierbei zurückbleibender unlöslicher Rückstand bestand wesentlich aus harten Teilchen unaufgeschlossener Silikate. die dem Monazit beigemengt waren. Längeres Kochen der Lösung ergab keine Fällung von Ta_2O_5 und Nb_2O_5, durch Schwefelwasserstoff fand ebenfalls keine Fällung statt. Zur Prüfung auf Alkalien wurden die Erden, Phosphorsäure usw. durch Ammoniak ausgefällt. Im Filtrat konnten nach dem Eindampfen und Fortrauchen der Ammoniumsalze nur spurenhafte Mengen von Alkalien gefunden werden, die wohl aus Reagentien und Gefäßen stammten und daher unberücksichtigt blieben.

Die Hauptbestandteile der Analyse befanden sich in der Ammoniakfällung. Diese wurde wieder in Salzsäure gelöst, aus der Lösung wurden die seltenen Erden durch Oxalsäure gefällt, im Filtrat durch vorsichtigen Zusatz von Ammoniak und nachheriges schwaches Ansäuern mit Essigsäure CaO durch doppelte Fällung abgeschieden. Hierbei könnte sich auch ZrO_2 Al_2O_3 usw. befinden. Doch löste sich das Glühprodukt leicht und ohne Rückstand in verdünnter Essigsäure und wurde dementsprechend als reines CaO betrachtet.

Die Oxalate der seltenen Erden wurden durch Glühen in Oxyde übergeführt und gewogen. Die Erden wurden in Salzsäure gelöst. aus dieser Lösung wurde ThO_2 durch Wasserstoffsuperoxyd gefällt. Wegen der geringen Menge fand die Fällung nicht ohne weiteres statt. Es mußte daher vorsichtig Ammoniak zugesetzt werden. um durch das so ausfallende Cerihydroxyd das Thorhydroxyd niederzuschlagen. Das Gemisch beider Hydroxyde wurde wieder in Salzsäure gelöst, die Lösung mit Oxalsäure

gefällt und aus dem erhaltenen Gemisch von Cer- und Thoroxalat durch heiße Ammoniumoxalat-Lösung das letztere extrahiert. Aus dieser Lösung ließ sich ThO_2 durch Eindampfen und Glühen erhalten. Bei Analyse II wurde die Fällung des ThO_2 mit Natriumthiosulfat versucht, jedoch ohne Erfolg. Die Trennung der übrigen seltenen Erden geschah in der üblichen Weise, wobei ich mich an die in DOELTER's Mineralchemie. **3**, p. 216 usw. gegebenen Vorschriften hielt. Durch Kaliumsulfatlösung fand die Zerlegung in Yttererden und Ceriterden statt. Von den letzteren wurde das Cerium maßanalytisch durch Titration der Cerisulfatlösung mit Wasserstoffsuperoxyd und Zurücktitrieren des überschüssigen Superoxyds mit Kaliumpermanganat bestimmt (vergl. MEYER und HAUSER, a. a. O. p. 241—244). Nach Abzug von CeO_2 und Y_2O_3 vom Gesamtgewicht der Erden ergab sich $(Nd, Pr, La)_2O_3$ aus der Differenz. Eine Atomgewichtsbestimmung durch Überführung der Oxyde in Sulfate ergab für das Yttererdengemisch von Analyse I 116, für dasjenige von Analyse II 121 (vergl. MEYER und HAUSER, p. 217, 218, 222). Für den Mittelwert beider Bestimmungen war das Atomgewicht demnach 118,5, das Molekulargewicht der Oxyde 285. Diesen Werten nach herrschte Y_2O_3 im Gemisch der Yttererden vor.

Analyse II. Das Analysenpulver wurde mit Natriumcarbonat aufgeschlossen, die Schmelze mit Wasser ausgelaugt. Nachdem aus dieser mit Salpetersäure angesäuerten Lösung durch Eindampfen eine geringe Menge Kieselsäure abgeschieden war, wurde die Phosphorsäure als Ammoniummagnesiumphosphat gefällt und als Magnesiumpyrophosphat gewogen. Auf diese Weise wurden jedoch nur 24,49 % P_2O_5 gefunden. Der übrige Betrag von 4,85 % P_2O_5 war im wasserunlöslichen Rückstand der Sodaschmelze verblieben. Der letztere ließ sich durch längeres Digerieren mit Schwefelsäure in Lösung bringen. In der Lösung fand die Bestimmung der seltenen Erden und des Kalks in gleicher Weise wie bei Analyse I statt. Im Filtrat dieser Fällungen fand sich der Rest der Phosphorsäure, die wieder als Magnesiumpyrophosphat bestimmt wurde.

Alle Fällungen wurden, soweit wie möglich, doppelt vorgenommen.

Das Tachhydritvorkommen in den Kalisalzlagerstätten der Mansfelder Mulde[1].

Von **P. Kling** aus Halle a. S.

Mit 8 Tabellen und 8 Textfiguren.

(Schluß.)

4. Synthetische Untersuchung der Gelbfärbung des Tachhydrits.

Das natürliche Mineral ist fast immer wachs- bis honiggelb gefärbt, die Färbung rührt nach BOEKE[1] von Eisenchlorid her, HAMMERBACHER[2] hatte Eisensalze nicht als Ursachen der Gelb-

[1] BOEKE, N. Jahrb. f. Min. etc. 1911. I. p. 49.

[2] HAMMERBACHER, Dissertation Erlangen 1874. p. 24.

färbung anerkannt, sondern nahm an, daß bituminöse, organische Substanzen diese verursachten, doch sind die Stützen für diese Behauptung viel zu unsicher. Bei dem Material, das mir zur Verfügung stand, beträgt der Gesamteisengehalt nach meinem Befunde durchschnittlich 0,06 %, wovon ungefähr 0,04—0,05 % auf an Chlor gebundenes Eisen entfallen, rund 0,01—0,02 % als Eisenglanz vorhanden sind. Diese Eisenglimmerblättchen sind nicht, wie es in gewissen Fällen beim Carnallit konstatiert wurde[1], gesetz-

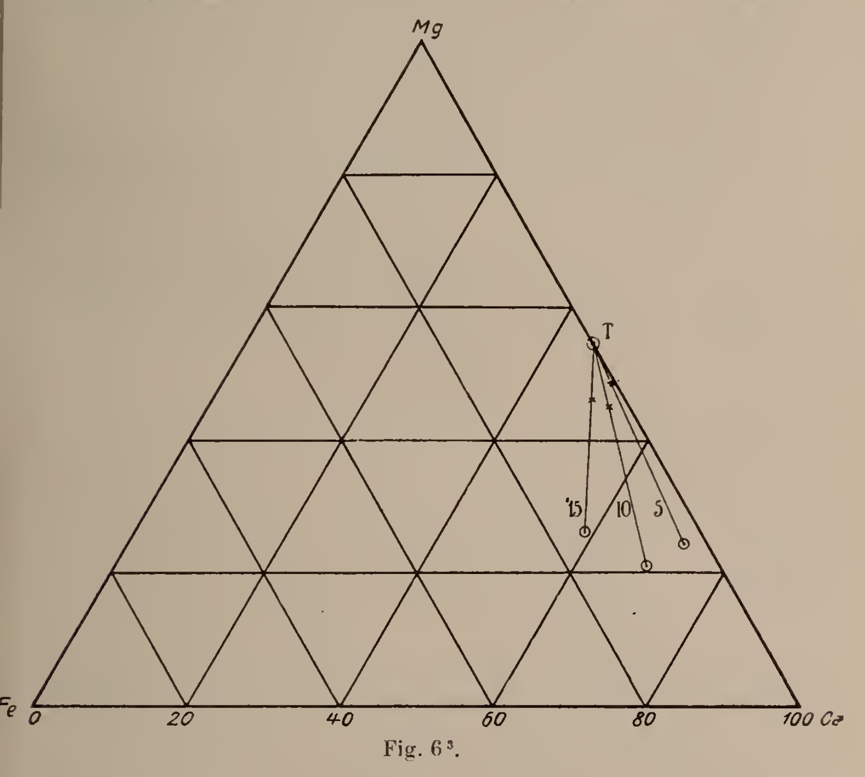


Fig. 6[2].

mäßig orientiert, sondern beliebig im Kristall verteilt; wahrscheinlich stammen sie aus dem zersetzten primären Carnallit. Mittels rotem Blutlaugensalz konnte ich auch Ferrochlorid nachweisen: Einschlüsse von Eisenchloridlauge, wie sie Boeke[3] an Wolkramshausener Sylvin fand, konnten selbst bei stärkerer Vergrößerung nicht wahrgenommen werden. So lag die Frage nahe, welches

[1] Johnsen, Dies. Centralbl. 1909. p. 168—173.

[2] Die Kreise sind die darstellenden Punkte der Lösung, die Kreuze die der Kristalle + Lösung. Dasselbe gilt für Fig. 7 u. 8.

[3] Boeke, N. Jahrb. f. Min. etc. 1909. II. p. 21.

der beiden Chloride isomorph von Tachhydrit aufgenommen werden kann. Dies ergab sich aus Kristallisationsversuchen, die mit fünf-, zehn- und fünfzehnprozentiger Eisenchlorid- resp. Eisenchlorürchlormagnesiumchlorcalciumlösung ausgeführt wurden, und zwar zwischen den Temperaturen 55—65°. Die entstandenen Kristalle mit anhängender Lösung und die Mutterlauge wurden analysiert und nach Umrechnung der so ermittelten Gewichtsprozente von Ca, Mg und Fe (Tabelle IV) auf 100 sind die gewonnenen Zahlen (Tabelle V) in bekannter Weise in ein Dreieckskoordinatensystem eingetragen worden (Schreinemakers' Restmethode [1]), Fig. 6.

Für Eisenchlorid ergab sich folgendes:

Tabelle IV.

Gewichtsprozente	Eisenchlorid								
	5 %			10 %			15 %		
	Fe	Ca	Mg	Fe	Ca	Mg	Fe	Ca	Mg
Lösung	0,55	13,12	4,44	2,68	19,37	5,90	2,24	8,41	3,76
Kristalle + Lösung	0,11	8,70	8,31	0,48	8,88	7,70	0,76	8,72	8.08

Tabelle V.

Gewichtsprozente	Koordinatzahlen								
	5 %			10 %			15 %		
	Fe	Ca	Mg	Fe	Ca	Mg	Fe	Ca	Mg
Lösung	3,02	72,48	24,50	9,58	64,29	21,11	15,59	58,33	26,08
Kristalle + Lösung	0,64	50,82	48,54	2,81	52.08	45.13	4.32	49,68	46.00

Die Verbindungslinien der so bestimmten Punkte schneiden sich sämtlich in einem auf der Calcium-Magnesiumachse liegenden Punkte *T*, welcher die Zusammensetzung der durch die Kristallisationen erhaltenen Kristalle darstellt. Da nun zugleich Punkt *T* die aus der Formel $CaCl_2 . 2 MgCl_2 . 12 H_2O$ berechnete Zusammensetzung reiner, eisenfreier Tachhydritkristalle angibt, so folgt daraus, daß Eisenchlorid in isomorpher Mischung nicht von Tachhydrit aufgenommen werden kann. Dies wurde noch dadurch bestätigt, daß die entstandenen Kristalle u. d. M. vollkommen farblos waren und nur Einschlüsse der gelben Eisenchloridlauge aufwiesen.

In derselben Weise wurden Kristallisationen mit Eisenchlorür ausgeführt. Das Ergebnis war folgendes (Fig. 7):

[1] Schreinemakers, Zeitschr. f. phys. Chem. 1893. **11**. p. 76. — Bancroft, Journ. Phys. Chem. 1902. **6**. p. 179. — Siehe auch Findlay, Phasenlehre, deutsche Ausg. 1907. p. 191.

Tabelle VI.

Gewichtsprozente	Eisenchlorür 5% Fe	Ca	Mg	10% Fe	Ca	Mg	15% Fe	Ca	Mg
Lösung	0,59	14,27	4,73	2,60	16,96	4,41	4,76	14,71	3,61
Kristalle + Lösung	0,39	10,62	9,10	0,59	8,06	7,46	0,94	8,34	8,22

Tabelle VII.

	Koordinatzahlen								
Lösung	3,02	72,82	24,16	10,85	70,74	18,41	20,63	63,72	15,65
Kristalle — Lösung	1,93	52,77	45,30	3,67	50,01	46,32	5,32	47,67	47,01

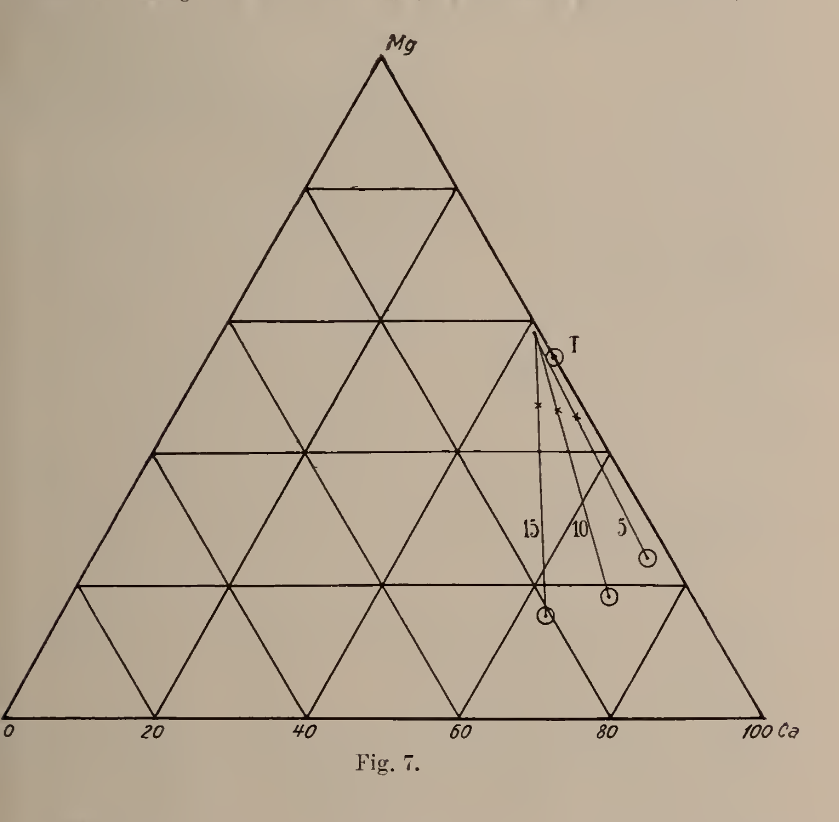


Fig. 7.

Wie aus der Fig. 7 zu ersehen, gehen in diesem Falle die Verbindungslinien der darstellenden Punkte nicht durch den Tachhydritpunkt *T*, sondern neigen sich mit zunehmender Eisenchlorürkonzentration nach der Seite des Eisenpunktes *Fe*. Es ergibt sich

hieraus, daß Eisenchlorür (ähnlich wie es auch beim Carnallit der Fall ist[1]) in geringer Menge von Tachhydrit in fester Lösung aufgenommen wird.

Um zu ermitteln, wie groß die Menge des aufgenommenen Eisens ist, sind die Gewichtsprozente der Tabelle VI auf Atomprozente umgerechnet worden (Tabelle VIII).

Tabelle VIII.

Atomprozente	5 % Fe	5 % Ca	5 % Mg	10 % Fe	10 % Ca	10 % Mg	15 % Fe	15 % Ca	15 % Mg
Lösung	1,89	63,42	34,69	7.14	65.03	27,83	14,19	61,12	24.69
Kristalle + Lösung	1,06	41.03	57,91	2,04	38.83	59.13	2,99	37,00	60.01

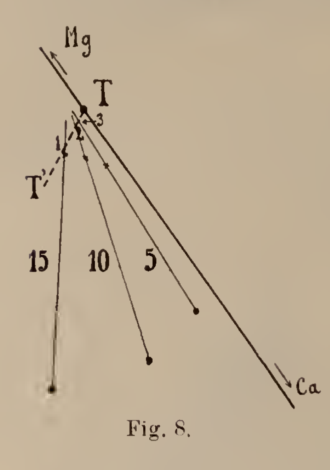


Fig. 8.

Diese Werte sind in der üblichen Weise in der schematischen Fig. 8 eingetragen, die allerdings nur einen Teil der rechten Seite des Koordinatendreiecks darstellt.

Aus der Annahme, daß das zweiwertige Fe des Eisenchlorürs das Mg des Tachhydrits isomorph vertritt[2], folgt, daß der molekulare Calciumgehalt der entstandenen Mischkristalle, berechnet auf Ca + Mg + Fe = 100, ebenso groß sein muß, wie im eisenfreien Tachhydrit, der seinen darstellenden Punkt in *T* hat. Dies ist auf der Linie *TT'* der Fall, die parallel zur Fe-Mg-Achse gezogen ist und die Verbindungslinien der darstellenden Punkte in den Punkten *1*, *2* und *3* schneidet. Diese Schnittpunkte geben die Zusammensetzung der eisenchlorürhaltigen Mischkristalle an.

Nun läßt sich das Verhältnis $\frac{Fe}{Mg + Fe}$ der Lösung und der daraus abgeschiedenen Kristalle auf Grund folgender Überlegungen berechnen. Als Beispiel seien die aus fünfzehnprozentiger Lauge entstandenen Kristalle gewählt.

Die horizontale Strecke von *1* bis zur Koordinatenachse Ca-Mg gibt den Eisengehalt der Kristalle *1* an und ist gleich der Strecke *1T*, da ja ein gleichseitiges Dreieckskoordinatensystem angewandt worden ist. Weiterhin ist der molekulare (Mg + Fe)-Gehalt, berechnet auf (Ca + Mg + Fe) = 100, für Mischkristalle gleich 66,7, ent-

[1] Boeke, N. Jahrb. f. Min. etc. 1911. I.
[2] wie es auch z. B. im Dolomit der Fall ist.

sprechend der Tachhydritformel. Dasselbe gilt von dem darstellenden Punkt der dazu gehörigen Lösung.

Folgende Werte für $\frac{Fe}{Mg + Fe}$ wurden auf diese Art gefunden:

	Lösung	Kristalle
5 %	0.06	0.006
10 „	0.20	0,018
15 „	0,29	0,026

Das Verhältnis des Eisens in den Kristallen und in der Lösung ist (zwischen den Temperaturen 55—65°) demnach rund 1 : 10, oder mit andern Worten: sind in der Lösung 10 Teile Mg durch zweiwertiges Eisen ersetzt, so ist in den zugehörigen Mischkristallen nur ca. 1 Teil Mg durch Fe vertreten.

Die Gelbfärbung des Tachhydrits ist nach vorigem so zu erklären. Zunächst erinnere ich daran, daß die Eisenoxydführung des Carnallits darauf beruht, daß Eisenchlorür, welches isomorph diesem Mineral beigemischt ist, durch Oxydation infolge des Kristallwassers in die dreiwertige Form des Eisens übergeführt wird. Die erste Stufe der Oxydation ist die Entstehung von Eisenchlorid. Tatsächlich hat man durch Eisenchlorid gelb gefärbten, sekundären bezw. rezenten Carnallit gefunden. Die weitere Stufe bei der Veränderung der Eisenverbindung ist dann die Überführung des Eisenchlorids in Fe_2O_3. Dasselbe gilt für den Tachhydrit, nur daß hier diese zweite Verwandlungsstufe nicht erreicht wurde (also nur Eisenchlorid gebildet wurde), wahrscheinlich, weil die Zeit seit der Entstehung dieses sekundären Minerals dazu zu kurz gewesen ist.

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß sich aus einer Lösung, deren Chlorcalciumgehalt nicht ganz hinreichte, um Tachhydrit ausfallen zu lassen, bei einer Temperatur oberhalb 50° in geringer Menge winzige, skelettförmige, farblose, reguläre Kriställchen abschieden, die sich in Wasser außerordentlich leicht und einheitlich lösten. Bei weiterer Eindunstung der Lauge wurden sie von Bischofit überkrustet, ohne sich jedoch in diesen umzuwandeln. Die regulären Kristalle bildeten sich sowohl aus einer eisensalzfreien, als auch aus einer eisensalzhaltigen Lösung. Die chemische Untersuchung, die so durchgeführt wurde, daß die Kristalle von der Lösung getrennt und so lange mit Wasser abgespült wurden (unter Absaugen mittels Wasserstrahlluftpumpe), bis sie keine Spur einer von Eisensalzen herrührenden Gelbfärbung zeigten, ergab vollkommene Abwesenheit von Calcium- und Eisenchlorid (resp. Chlorür) und folgenden Prozentgehalt an Magnesium und Chlor:

	Mg	Cl
1.	7,87 %	22,95 %
2.	8,33 „	23,90 „ .

Dies entspricht einem Atomverhältnis 1 : 2,01 und 1 : 1,98. Es handelt sich also um ein Hydrat von Chlormagnesium (vielleicht $MgCl_2 . 4 H_2O$). Der Wassergehalt konnte bei der obigen Versuchsanordnung nicht bestimmt werden. Es sei noch bemerkt, daß bei VAN'T HOFF's Untersuchungen über die Tachhydritbildung[1] bis 83° nur von Bischofit die Rede ist als einzigem Hydrat des Chlormagnesiums.

Mineralogisches Institut Halle a. S.

Untersuchungen über den Pfahl des Bayrischen Waldes und seine Nebengesteine[2].

Von **H. Ochotzky** in Würzburg.

Verfasser untersuchte den Pfahl des Bayrischen Waldes mit Einschluß seiner nächsten und entfernteren Nebengesteine von Freyung (Schloß Wolfstein) über Grafenau—Regen—Viechtach bis nach Altrandsberg, entsprechend einer Längenausdehnung von ca. 70 km. Die Ergebnisse wurden in einer Dissertation der philosophischen Fakultät an der Universität Würzburg am 16. Oktober 1914 vorgelegt. Da sich die definitive Drucklegung verzögern dürfte, sollen die Resultate hier kurz veröffentlicht werden; sie sind entsprechend der Einteilung der ganzen Arbeit teils geologisch-petrographischer, teils chemisch-physikalischer Natur.

1. Das ganze untersuchte Gebiet hat zur Hauptsache granitischen Charakter (Porphyrgranit), nur lokal treten basischere Gesteinsprovinzen auf, welche oft alle Übergänge von Granit zu Diorit bis Amphibolit aufweisen. Diese basischen Provinzen entsprechen Randzonen des granitischen Hauptmassivs.

2. Sämtliche Gesteine wurden an zahlreichen Stellen von lamprophyrischen und aplitischen Nachschüben durchdrungen; letztere gaben Veranlassung zur Bildung von injizierten Schiefern, deren basisches Schiefermaterial zum Teil metamorphosierten Tonschiefern entsprechen mag, zum Teil aber sicher nur ein basisches gepreßtes Tiefengestein ist.

3. Das Pfahlgebiet war lange nach der Entstehung der Aufbruchspalte noch häufigen tektonischen Erschütterungen ausgesetzt.

4. Sämtliche von der hierdurch veranlaßten Verwerfung betroffenen Gesteine wurden in Pfahlschiefer umgewandelt. Hiefür gilt ganz allgemein:

---

[1] VAN'T HOFF, Bildung d. ozean. Salzabl. 1909. 2. p. 10.

[2] Vergl. auch dies. Centralbl. 1914. p. 140.

a) die Stärke der Umwandlung nimmt proportional mit der Entfernung von der Verwerfungsspalte ab,
b) dabei können drei Druckzonen unterschieden werden:
   I. die innerste Zone der eigentlichen dichten Pfahlschiefer,
   II. die mittlere Zone der Augengneise,
   III. die Zone des Übergangs in das normale Gestein.

5. Bei dieser Umwandlung blieben die neugebildeten Pfahlschiefer in ihrer chemischen Zusammensetzung mit dem Muttergestein vollkommen identisch, jedoch nicht in Struktur und Mineralbestand.

6. Der Pfahlquarzit selbst verdankt seine Entstehung höchst wahrscheinlich thermalen Prozessen, d. h. er ist aus juvenilen Wassern abgesetzt.

7. Die Pfahlgesteine weisen nur in ganz unerheblichem Grad Radioaktivität auf.

Würzburg, Mineral. Inst. d. Universität, 7. November 1914.

Zur Konstruktion des Interferenzkreuzes nach E. G. A. ten Siethoff.

Von **Alfred Bergeat**, Königsberg,
zurzeit Kompagnieführer in Ingolstadt.

Im ersten Bande dieses Centralblattes[1] hat ten Siethoff auf einer Zeichnung, deren Ebene senkrecht zur spitzen Bisektrix eines zweiachsigen Kristalles und als die Bildebene seiner Interferenzfigur gedacht ist, von gleichmäßig entfernten Punkten aus die Schwingungsrichtungen der Strahlen eingetragen, welche in diesen Punkten durch das Objektiv gesammelt werden. Durch Drehung dieser Zeichnung treten die Veränderungen hervor, welche die Interferenzfigur bei der Drehung der Platte zwischen den Nicols erfährt.

Recht sinnfällig kann man diese Veränderungen in folgender Weise zur Darstellung bringen. Man übertrage auf photographischem Wege die Zeichnung auf eine matte Metallplatte und graviere sie gleichmäßig tief in diese ein. Die Übertragung kann geschehen, indem man die Zeichnung unmittelbar auf Positivpapier kopiert und deren empfindliche Schicht auf die Platte abzieht, um sie nach der Gravierung zu entfernen. Als Platte wählte ich mattes Aluminiumblech, weil es bei der Aufbewahrung nicht sofort anläuft.

Bei geeigneter einseitiger Beleuchtung erscheinen auf dieser Platte die gleichgerichteten Striche der Gravierung in gleicher Helligkeit, am hellsten diejenigen, welche quer zur Richtung nach

[1] Dies. Centralbl. 1900. p. 267—269.

der Lichtquelle liegen. Je nach der Orientierung der Platte zur Lichtquelle sieht man bald das hier helleuchtende, randlich abdunkelnde Achsenkreuz oder die bei der Drehung aus diesem hervorgehenden Formen der Interferenzfigur. Genau genommen entspricht also die Darstellung der Erscheinung zwischen parallelen Nicols.

Es versteht sich von selbst und sei schließlich nur nebenher erwähnt, daß sich durch solche gravierte und reflektierende Bilder auch andere Erscheinungen nachahmen lassen, die mit dem verschiedenen Schwingungsazimut interferierender Strahlen zu tun haben, wie z. B. das Achsenkreuz einachsiger Kristalle oder das Sphärolithkreuz.

Ingolstadt, 13. Dezember 1914.

Analogien im Bau der Ostalpen.

Von **Robert Schwinner.**

Mit einer Arbeit über die mechanischen Theorien der Gebirgsbildung beschäftigt, fand ich es notwendig, mir einen Überblick über die Analogien zu verschaffen, welche die carbonischen mit den tertiären Gebirgen aufweisen und las daher neuerdings die grundlegende Darstellung Frech's (in Lethaea palaeozoica, p. 405 ff.). Für den Alpengeologen hat eine Frage von der Wichtigkeit wie die des carbonischen Anteils an der Alpenfaltung immer genug sozusagen persönliches Interesse, um ihr auch beim Vorübergehen einige Momente des Nachdenkens zu schenken. So ziemlich unbestritten ist, daß die karnische Hauptkette ein Relikt des carbonischen Baues darstellt, wenn sie auch vielleicht bei der zweiten Faltung einige Veränderungen erlitten haben mag. Aber die Fortsetzung? Die Darstellung bei Frech (l. c. p. 420): „Hingegen spricht ein hohes Maß von Wahrscheinlichkeit dafür, daß nach Süden zu die Dolomitalpen, d. h. das ungefaltete Plateaugebiet der Trias in Südtirol und Venetien, auf der starren Grundlage eines paläozoischen Gebirges ruht“, konnte auch diesmal nicht befriedigen. Denn einerseits ist nicht einzusehen (so oft es auch behauptet wird), daß eine Gesteinsmasse durch die Gebirgsbildung, d. i. durch die Ausbildung von zahllosen Rutschflächen, Umformung der durchgreifenden klotzigen Eruptivstöcke zu handlichen, von Schieferzonen ummantelten Linsen u. ä., irgendwie an Festigkeit gewinnen sollte. Andererseits hat sich der Untergrund der Dolomiten auch gar nicht in dieser Hinsicht bewährt. Es sind Horizontaldislokationen z. T. von recht beträchtlichem Ausmaß, und zwar in allen Teilen des Gebietes, festgestellt worden, so daß die frühere Vorstellung der „ungefalteten Tafel“ nicht aufrecht erhalten werden kann. Und schließlich sieht der Untergrund der Dolomiten, „der hinlänglich bekannte und oft beschriebene Typus des südalpinen

Quarzphyllites"[1], der an sich wohl kaum sehr widerstandsfähig ist, dort, wo er aufgeschlossen ist, gar nicht wie der Rumpf eines alten Gebirges aus; denn dann müßte die ermüdende Einförmigkeit, die vom Pustertal bis Recoaro[2] herrscht, doch einigermaßen durch andersartige Einfaltungen belebt werden.

Hier knüpfte nun spontan eine Gedankenreihe an, die sich aus gelegentlichen eigenen Beobachtungen und älteren Literaturangaben über das kristalline Gebirge von Deffereggen, Schober, Kreuzeck usw. plötzlich zusammenschloß. Ich hatte bei einer touristischen Durchquerung der Schobergruppe mit Verwunderung einen kleinen echten Zentralgneiskern zu erkennen geglaubt, wenig südlich vom Matreier Zug. Herr Regierungsrat Geyer, der beste, wahrscheinlich auch einzige Kenner dieser Gegend, fand dies plausibel[3] und ermunterte mich, die Sache weiter zu verfolgen. Für die bewiesene Förderung sei ihm hier der verbindlichste Dank ausgesprochen. (Anderweitige Abhaltung, sowie die im Zug befindliche Verbesserung der Wegverhältnisse durch den Alpenverein veranlaßten mich, die weitere Untersuchung bis jetzt aufzuschieben, hoffe aber, diesen Sommer Gelegenheit zu finden.) Es ergab sich nun ungezwungen die Vorstellung, daß wir in dem kristallinen Gebirge nördlich der Drau — man könnte es nach berühmten Mustern den Antidrauzug nennen — mit seinen alten Zentralgraniten, seinen Amphibolit-, Grünschiefer-, Pegmatit-[4] und Marmorzügen ebenfalls ein nur wenig modifiziertes Stück des alten Gebirges vor uns haben, allerdings nicht die Fortsetzung der sedimentären karnischen Kette, sondern das Analogon der heutigen kristallinen Zentralkette. Wir hätten dann die nachstehenden Parallelen (siehe p. 54 oben).

Von den hier verzeichneten Analogien wollen wir zuerst die Massive granitischer Tiefengesteine herausgreifen, die, wenn auch im chemischen Bestand sehr nahestehend, doch petrographisch, nach ihrer geologischen Situation und nach dem Alter, sehr wohl in 3 Gruppen geschieden werden können[5]. Die erste: Tonalit-

[1] Br. Sander, Geologische Beschreibung des Brixner Granites. Jahrb. k. k. Reichsanst. 1906. p. 714.

[2] A. Tornquist, Das vicentinische Triasgebirge. Stuttgart 1901. p 64, findet sogar eine Schwierigkeit darin, die Metamorphose des Quarzphyllites zu erklären, da eine früher stattgefundene tektonische Beeinflussung absolut nicht nachzuweisen ist.

[3] Auch die Stur'sche Manuskriptkarte zeichnet hier einen Gneiskern. Vergl. Jahrb. k. k. Reichsanst. 1856. p 412.

[4] Auch die Pegmatite dürften hier ziemlich alt sein; denn sie werden im Iseltal von den Tonalitporphyritgängen gekreuzt, müssen also zu einer älteren Serie gehören.

[5] F. Becke, Chemische Analysen von kristallinen Gesteinen der Zentralkette der Ostalpen. Denkschriften d. Akad. d. Wissensch. Wien. 75. I. 1913. p. 153 ff.

	Variscisch		Alpin
Konvexe Seite des Alpenbogens ↑ S.	Bozen—Lugano	— Eruptionen III. —	Plateau central—Hegau N.
	Karnisches Paläozoicum—Graz	—	Nördliche Kalkzone
	Antidranzug—Koralpe—etc. mit granitischen Zentralmassiven (Antholz u.a.)	—	Kristalline Zentralzone mit den Zentralgneiskernen der Tauern
Fächer-Mitte	Zentralgranite der Tauern	— Intrusionen I. —	Periadriatische Tonalite
	Nördliche Grauwackenzone	—	Südliche Kalkzone („Dinariden“)
Konkave Seite ↓ N.	Porphyroide (Blasseneckgn.)	— Eruptionen II. —	Vicentin—Süd-Steiermark S.

gesteine des periadriatischen Bogens sind unzweifelhaft die jüngsten. Die heute wahrscheinlichste Annahme über ihr Alter ist die, daß sie im Gefolge der ersten Phase der Alpenfaltung im Innern der konkaven Seite des Alpenbogens intrudierten, jedenfalls aber vor Beendigung der Alpenfaltung[1]. Die zweite Gruppe, die der *Zentralgneise*, ist wesentlich älter und wird meist für carbonisch gehalten. Ihre Struktur, hauptsächlich die Kristallisationsschieferung der größeren Tiefe und nur regional die Kataklase, würde der Annahme nicht widersprechen, daß sie nach der variscischen Hauptfaltung, ganz analog wie die Tonalite nach der alpinen Hauptfaltung, also etwa „intravariscisch“, enstanden sind. Sie hatten also die ganze Zeit des Mesozoicums Regionalmetamorphose und während der ganzen Alpenfaltung dynamische Einwirkung erlitten (eine Wirkung der letzten Phasen der variscischen Gebirgsbildung dürfte durch die nachfolgende Kristallisationsschieferung wohl völlig verwischt worden sein). Die Tonalite haben nur die zweite Hälfte der Alpenfaltung mitgemacht und es dürfte das Verhältnis der Häufigkeit und Ausdehnung der Zonen mit Kataklase bei beiden Gruppen dem entsprechen. Auch die Funde von Geröllen junger Granite im Bozner Perm[2] sprechen für

[1] R. Schwinner, Mitt. d. Wien. Geol. Ges. 1913. p. 221. Daß sich Waagen schon in Verhandl. Reichsanst. 1907, p. 108, für ein cretacisches Alter ausgesprochen, war mir entgangen und sei hier nachgetragen. Vergl. auch Heritsch, Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. **50**. p. 74. Auf den Zusammenhang von Vulkanismus und Gebirgsbildung zur Kreidezeit hat Kossmat, Mitt. d. Wien. Geol. Ges. III. 1910. p. 281, hingewiesen.

[2] F. v. Wolff, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXVII. 1908. p. 137, welche Angabe von Sander, Jahrb. k. k. Reichsanst. 1906. p. 742, bestätigt wird.

diese Altersbestimmung, wenn auch die Sicherheit der Identifikation durch die Erwägung etwas gemindert wird, daß ein großer Teil von den Gesteinen der Gruppe 2 damals, frisch, wie er als Geröll fossilisiert werden konnte, von ebensolchen der Gruppe 1 von heute kaum zu unterscheiden sein dürfte. Jedenfalls beweisen aber diese Funde, daß es zu Anfang der Dyas junge Alpengranite gegeben hat, und mehr brauchen wir hier nicht. Die dritte Gruppe, die BECKE „alte Intrusivgneise“ nennt, zeigt schon in ihrer Struktur die Spuren einer langen wechselvollen Geschichte, „sie zeigen jene Erscheinungen, die in ihrer Vollendung zu Diaphoriten führen, in ihren Anfängen aber allenthalben in ihnen verbreitet sind“ (l. c. p. 155), kein Wunder, wenn sie mindestens zwei volle Alpenfaltungen durchgemacht haben. Hieher gehören neben den kleineren Gneiskernen die Antholzer-, Bundschuh-, Schladminger- und Bösenstein-Masse. Bei der letzteren ist durch die Gerölle im Rannachkonglomerat ein präcarbones Alter so ziemlich sicher erwiesen[1].

Da nun BECKE in diese seine dritte Gruppe eine große Zahl von Gneisen aus dem Ötztal einreiht, so folgt naturgemäß die Frage, wie wir uns die weitere Erstreckung der Zentralzone des Variscischen Gebirges vorzustellen hätten. Folgen wir von Deffereggen aus dem Gebirgsstreichen (durch Marmor-Amphibolitzüge u. ä. markiert), so gelangen wir, der S.-Ecke des Hochalm-Massivs im Bogen ausweichend[2], in das Gebiet der kärntnerisch-steirischen „Alpen“ (Sau-, Kor-, Pack-, Glein-, Seethaler-Alpen), das auf alle Beobachter den Eindruck eines sehr alten Gebirges gemacht hat[3]. Selbst KOBER konnte sich diesem nicht entziehen, wenn er sich auch durch seinen unerschütterlichen Glauben an die TERMIER'sche Hypothese zu einem *Sacrificium intellectus* verpflichtet fühlt: „Nun muß aber die ostalpine Decke über diese Gebiete darübergegangen sein. Das ist ohne Zweifel der Fall[4].“ — Man muß nie müssen, sagt LESSING. — Es ist zweifellos ein sehr kompliziert gebautes Gebiet und weist vielleicht noch ältere als variscische Züge auf. Alle Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß wir die Fortsetzung unseres Gebirges im N. in den Sudeten zu suchen haben, daß also das variscische Gebirge im Bogen aus dem alpinen W.—E.-Streichen in das mährische (S.—N.) überging. Allein gerade hier an der Umbiegung sind durch die

[1] F. HERITSCH, Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paltentales. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark. **48.** p. 26. 1912.

[2] Vergl. P. EGERTER, Die Marmorlagerstätten Kärntens. Zeitschr. f. prakt. Geol. **17.** 1909. p. 419 ff.

[3] z. B. ED. SUESS, Antlitz der Erde. III $_2$. p. 221: KOSSMAT. Mitt. Wien. geol. Ges. VI. 1913. p. 148.

[4] L. KOBER, Über Bau und Entstehung der Ostalpen. Mitt. Wien. geol. Ges. V. 1912. p. 455.

Kreuzung mit den jüngeren Dislokationen die alten Züge so gründlich verwischt, daß wir vorläufig noch nichts sicher erkennen können. Auch in der Fortsetzung im Westen scheint die Brennergegend mit ihren Komplikationen die Stelle zu bezeichnen, wo die variscischen Züge von der großen Alpenknickung überquert werden. Dafür scheint das Wiederauftauchen der alten Granite im Ötztal [1] und das der paläozoischen Marmor- und Magnesitzone im Vintschgau zu sprechen; ebenso der Umstand, daß die autochthonen Schweizer Massive allgemein als carbonische, also Äquivalente der Tauernzentralgneise, angesehen werden. Außerdem liegt die größte permo-carbonische Schuttanhäufung im Helvetischen einerseits, in den Bergamasker Hochalpen anderseits. Ein heutiges Analogon sind die Nagelfluhen bei Luzern und Chiasso z. B., zwischen denen das ganze Gebirge liegt.

Es ist unzweifelhaft, daß jede Gebirgsbildung vulkanische Erscheinungen im Gefolge hat und auch in diesem Punkt stimmt die Analogie der beiden hier betrachteten Fälle. Die Nebeneinanderstellung Bozen—*plateau central* dürfte vielleicht etwas fremdartig vorkommen; denn es ist eine *fable convenue*, nur die Eruptiva im Innern eines Gebirgsbogens diesem zuzuordnen. Allein die greifbare Menge an solchen ist zweifellos vor der konvexen Front der Alpen vom *plateau central* bis Schlesien größer, oder, wenn man die innerungarische (deren Westflügel [Steiermark] aber nach unserer Anschauung eine intermediäre Stellung zwischen konkaver Seite des Alpen- und konvexer des Dinaridenbogens einnimmt) noch hinzurechnet, mindestens gleich jener an der Innenseite, und ihre Ausbruchszeiten koinzidieren mit den zwei letzten Phasen der Alpenfaltung mindestens ebensogut oder besser als die der im Innern des Alpenbogens gelegenen. Ohne Willkür lassen sich jedenfalls beide Gruppen nicht trennen. Ganz analog sehen wir das carbonische Gebirge beiderseits von vulkanischen Vorgängen begleitet und z. T. gefolgt, ebenso wie in der Gegenwart zu beobachten ist, daß der Vulkanismus die Gebirgsbildung, in deren Gefolge er steht, einen beträchtlichen Zeitraum, wenn auch wesentlich schwächer und abklingend, überdauert.

Es wäre nun wohl angezeigt, die stratigraphischen Verhältnisse der paläozoischen Geosynklinale zu erörtern. Allein da gerade jetzt über einen der wichtigsten Übergangspunkte (Graz [2]) sehr divergierende Ansichten bestehen, fehlt hier der Raum, mit der

[1] Vergl. dazu B. SANDER, Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien. 82. 1911. p. 39 ff.

[2] FR. HERITSCH, Zur Stratigraphie des Paläozoicums von Graz. Mitt. Wien. geol. Ges. IV. 1911. p. 619. — H. MOHR, Vortrag in der Wien. geol. Ges. 15. Mai 1914. — Es scheint mir übrigens, als ob die unbedingte Anerkennung der TERMIER'schen Hypothese hier in hohem Grad verwirrend gewirkt hätte.

nötigen Ausführlichkeit darauf einzugehen. Sicher scheint, daß die Reihe der alten Massive ebenso die Rolle der Geantiklinale gespielt hat, wie die der Zentralgneise der Tauern (verbunden mit dem älteren kristallinen Gebirge) in der mesozoischen Geosynklinale, und das Auftreten des transgredierenden Obercarbon[1] ist das Analogon zur Gosau. Ich glaube auch, daß es ganz wohl gelingen wird, den gleichmäßigen Sedimentationsrhythmus der zusammengehörigen Geosynklinalzonen festzustellen[2], doch ist dieser Punkt für unser Thema nicht wesentlich; denn der Vergleich mit den heutigen Alpen zeigt, daß die isopischen Zonen der ursprünglichen Geosynklinale und die tektonischen Zonen des Kettengebirges durchaus nicht immer kongruent zu sein brauchen.

Sehr beachtenswerte Züge zeigt die Verteilung der nutzbaren Lagerstätten in den Ostalpen[3], die in vielem an bestimmte Zonen des paläozoischen Gebirges gebunden zu sein scheinen. Ein wichtiger Teil sind jene Lagerstätten, welche an ein bestimmtes stratigraphisches Niveau und meist auch an eine bestimmte Fazies der Sedimente gebunden sind. Analogon in den heutigen Alpen: die Bleiglanz-Blende-Lagerstätten im obersten ladinischen Riffkalk, die außerdem streng auf das große Faziesgebiet: Lombardei—Drauzug—Tierolisch. beschränkt sind[4]. Ganz ähnlich in ihrer Verteilung

---

[1] Besonders schön in den Karnischen Alpen. Vergl. Vinassa und Gortani, die neue Arb. bes. in Boll. R. Com. It., Monographie angekündigt.

[2] Für die karnische Kette ist die Literatur in Geyer's Erläuterungen zu den Kartenblättern Ober-Drauburg—Mauthen (1901) und Sillian—S. Stefano (1902), für Mähren in den Erläut. zu den Sudetenblättern von Bukowski (1903). Dreger (1899). Paul, F. E. Suess (1906), Tausch (1898), Tietze (1898) zu finden. Für die Murauer Mulde vergl. Geyer, Verh. k. k. Reichsanst. 1893. p. 406. für Kitzbühel Ohnesorge, Verh. k. k. Reichsanst. 1905. p. 373. (Beachtenswert, daß der Schwazer Dolomit ins Silur gestellt wird.)

[3] Vergl. die ausgezeichnete Übersicht bei Granigg, Über die Erzführung der Ostalpen. Mitt. Wien. geol. Ges. V. 1912. p 345.

[4] Daß in ihrer heutigen Gestalt sowohl die triadischen Bleiglanz-Blende- als die carbonischen Magnesit- und die silurischen Spateisensteinlager metasomatisch sind (vergl. Redlich und Grosspietsch, Zeitschr. f. prakt. Geol. **21**, 2. 1913. p. 90), verschlägt für unsere Betrachtung nichts, die Annahme eines besonderen (meist unbekannten) Erzbringers aus der Tiefe, also eines *deus ex machina* für jedes einzelne dieser Erzlager (vergl. auch Granigg und Koritschoner, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1914. p. 171), ist aber offensichtlich eine der Größe des Phänomens nicht adäquate Erklärung. Man vergegenwärtige sich den unterirdischen Apparat, der etwa für die triadischen Bleiglanzzonen nötig wäre. Das betreffende Erzquantum muß ursprünglich schon mit dem Sedimentkomplex verbunden gewesen sein. Das Wie? ist allerdings noch ungeklärt, allein dies ist ferneren Untersuchungen zugänglich. Die Annahme einer posttriadischen Eruptionszone vom Comer See bis in die Süd-Steiermark und im Inntal ist dagegen völlig

zur alten variscischen Zentralzone verhalten sich die carbonischen Magnesite (Semmering—Dienten und Breitenau—Millstadt, III A und IV A bei Granigg); nur der nördlichen Zone gehören die silurischen Spateisenstein- etc. Lager (III B) an (Semmering—Inntal), obwohl nicht zu übersehen ist, daß die Gruppe IV B Zinnober-Spateisenstein (Gratwein—Turach—Dellach a. Drau) recht nahe Berührungspunkte mit der ersteren hat; vielleicht sind die Verschiedenheiten nicht höher zu bewerten, als die kleine, aber konstante Differenz im Ag-Gehalt der nördlichen und südlichen Zone der ladinischen Bleiglanz-Blende-Vorkommen[1]. Sehr interessant im Sinne unserer Ausführungen ist die Verteilung der Gruppe II B Kieslagerstätten (Muralpen—Antidrauzug—Stubai) und II D Bleiglanz-Zinkblende (Muralpen—Stubai) ausschließlich auf Gebiete der alten kristallinen Zentralzone. (Für die landläufige Synthese dürfte das Überschneiden des Zuges II B mit dem periadriatischen Tonalitbogen unbequem sein.) Die vorstehend angedeuteten Vergleiche sind zweifellos einer weitgehenden Verfeinerung fähig; denn, wie schon ein Blick auf die Übersichtskarte zeigt, sind die betreffenden Lagerstätten nicht nur *grosso modo* über die bezeichneten Areale verstreut, vielmehr folgt jede Gruppe bestimmten Zonen im Streichen und eine Berücksichtigung dieses Fingerzeiges wird bei der Entzifferung der Struktur dieser jetzt noch ziemlich mangelhaft bekannten Gebiete von Nutzen sein.

Welche Konsequenzen für die Synthese der Ostalpen würde die Annahme nach sich ziehen, daß wir in den kristallinen Drau-Muralpen ein durch spätere Ereignisse nur wenig verändertes Stück des variscischen Gebirges vor uns haben? In den Westalpen (in der Zone des Mt. Blanc Lory's = autochthone Massive) ist eine Menge von sehr bemerkenswerten Tatsachen festgestellt worden, welche für zwei jungpaläozoische Faltungsperioden sprechen[2]: da aber diese Zone auf heftigste von der alpinen Faltung ergriffen wurde, ließen sich die Züge des variscischen Gebirges bis jetzt noch nicht zu einem einheitlichen Bild zusammenfassen. Treffen wir nun anderswo ein Gebiet, wo die variscischen Züge unvergleichlich besser erhalten sind, so müssen wir schließen, daß dieses

undiskutierbar; und für die weniger vollständig erhaltenen älteren Lager muß dann wohl das gleiche gelten, besonders da ein ursprünglicher Mg- und Fe-Gehalt bei marinen Sedimenten recht häufig ist.

[1] R. Canaval, Über den Silbergehalt der Bleierze in den triassischen Kalken der Ostalpen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1914. p. 157.

[2] B. G. Escher, Über die prätriassische Faltung in den Westalpen. Dissertation Zürich. Amsterdam 1911. — M. Lugeon, Sur l'existence de deux phases de plissements paléozoiques dans les Alpes occidentales. C. R. Paris. **153**. p. 842. 1911; — Sur quelques conséquences de l'hypothèse d'un dualisme des plissements paléozoiques dans les Alpes occidentales. Ebenda p. 984.

nachträglich viel weniger gestört worden ist, also für die alpine Faltung weder Wurzel noch Decke gewesen ist. Auf unsern Fall angewendet würde dies bedeuten, daß die Dinariden eben in der Gegend Spital—Villach sich von den Alpen abzulösen beginnen. Gleichzeitig kippt die nördliche Kette der Dinariden (der Drauzug, der bei Lienz — wie die ganzen Dinariden dort und weiter westlich — scharf gegen S. überfaltet war) nach N. um und wir haben von dort nach O. ein ganz normales doppelseitiges Faltengebirge, dessen Fächermitte in dem paläozoischen karnischen Zentralzug liegt. (Weil dieser autochthon, hat er ebenfalls die variscischen Züge konserviert.) Damit stimmt ausgezeichnet überein, daß wir das Drautal für sehr alt ansehen müssen. Da das Satnitzkonglomerat, das bis Bleiberg hinauf als Talausfüllung nachgewiesen ist, noch vor dem Ausklingen der Karawankenfaltung ergriffen wurde[1], so dürfte das Drautal als die Furche zwischen der sich auftürmenden Kette im S. und dem alten Gebirge im N. aufzufassen sein, also für diese letzte Faltungsphase als eine Urform im Sinne von Davis. (Das innerkärntnerische Becken selbst bestand schon seit der Kreide und dürfte ganz analog bezüglich der ersten Alpenfaltung aufzufassen sein.) Der kristalline Antidrauzug verschmilzt im W., wo die Südalpen sich an die Nordalpen anlegen, mit diesen beiden zu dem einheitlichen Alpenfächer; demgemäß verblassen die variscischen Züge. Es soll nun nicht behauptet werden, daß der östliche Teil zur Zeit der alpinen Faltungen keine Störungen erlitten hat, allein es ist daran festzuhalten, daß Ostkärnten und Mittelsteiermark für diese relativ autochthon ist. Ein Freund von Paradoxen könnte sagen: Graz liegt nicht in den Alpen — eher in den Sudeten. (Damit erledigen sich die Schwierigkeiten, welche die mesozoischen Lappen dieses Gebietes der Synthese bereitet haben.) Eine gewisse Schwierigkeit ist vielleicht in der scharfen Knickung zu finden, mit welcher nach dieser Auffassung der eigentliche Alpenzug im Hochalmmassiv nach N. ausbiegen müßte. Allein dafür haben wir ein ausgezeichnetes Analogon in der Knickung am Tonalepaß. (Ob diese Analogie weiter ins einzelne durchgeführt werden kann, z. B. Ortler = Radstädter Tauern, mag hier noch offen bleiben.) In beiden Fällen liegt es nahe, zur Erklärung einen Schub aus SW. anzunehmen, der das eine Mal etwa aus der Gegend des vicentinischen, das andere Mal aus der des südsteirischen Eruptivgebietes herstammt. (Es soll anderwärts ausführlicher nachgewiesen werden, daß die Vorstellung, die Regionen, von denen der gebirgsbildende Schub herkommt, seien ziemlich regelmäßig durch vulkanische Phänomene markiert — Begleit- resp. Folgeerscheinung,

[1] H. Höfer, Das Konglomerat bei Bleiberg in Kärnten. Verh. k. k. Reichsanst. 1902, p. 291; — Das Alter der Karawanken. Ebenda 1908, p. 293.

nicht Ursache! —, mit unseren sonstigen geophysikalischen Kenntnissen widerspruchslos zusammenfügen läßt. Daß die Beobachtungstatsachen sich ebenfalls recht gut in diesem Sinn gruppieren lassen, ist bekannt.) Daß die Zentralgneise der Tauern an Stelle eines gegen S. konvexen Bogens, den wir doch nach der Krümmung des variscischen Gebirgsbogens erwarten würden, eine gegen S. konkave „periadriatische Kontur“ [1] zeigen, ist wohl im Sinne Kossmat's als Erzeugnis der letzten Alpenfaltung zu erklären. Im Iseltal markieren die Tonalitporphyritgänge [2] eine der jungen, hiebei entstandenen Bewegungsflächen. Für die beiden Regionen, wo die alpine Faltung die variscischen Faltenzüge in schiefem Winkel schneidet, ist natürlich die größte Komplikation zu erwarten. Es ist leicht einzusehen, daß ein Rumpf von alpinem Bauplan, d. i. von zahlreichen weithin streichenden und ausholenden Bewegungsflächen zerlegt, durch eine zweite Faltung von gleichem Charakter, deren Streichen das alte schief überkreuzt, eine Art Linsenstruktur bekommen muß. Die einzelnen Decken und Schubmassen werden in mehr minder spitzem Winkel abgeschnitten und nun nach den neuen Bewegungsflächen gegeneinander verstellt, so daß es schwierig werden muß, bei dieser im regelmäßigsten Fall schachbrettförmigen Abwechslung bestimmte tektonische Zonen längere Strecken im Streichen zu verfolgen und alte und neue Bewegungsflächen richtig auseinanderzuhalten. (Sollten nicht die Schwierigkeiten in der Deutung der Brennergegend hierauf zurückzuführen sein? [3]) In den einzelnen tektonischen Gliedern müssen sich dabei tektonische Serien genau so verhalten wie stratigraphische, denkt man sich z. B. die Nordostschweiz von heute einer solchen Prozedur unterworfen, so würde man wahrscheinlich die Regel ableiten können, daß Flysch von Kreide überlagert wird. Wenn man annimmt, daß dem analog die Überschiebung des erzführenden Silur-Devonkalkes variscisch (2. Phase) ist, würden jedenfalls etliche gewagte Manöver mit den Grauwackendecken überflüssig [4]. Ich glaube, daß schon der Verdacht solcher Komplikationen, deren Möglichkeit nach dem vorliegenden Material nicht ohne weiteres verneint werden kann, eine sehr eingehende Prüfung dieser Eventualität nahelegt, ganz abgesehen von dem hohen theoretischen Wert, den eine sichere Aufklärung des Verhaltens eines alten Gebirges zu einer neuen Faltung haben würde.

Vergleichen wir nun die hier entwickelten Gedankengänge

[1] Fr. Kossmat, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitt. Wien. geol. Ges. VI. 1913. p. 133 ff.

[2] Fr. Teller und Toullon, Über porphyritische Eruptivgesteine aus den Tiroler Zentralalpen. Jahrb. k. k. Reichsanst. 1886. p. 745.

[3] Vergl. Sander, Verh. k. k. Reichsanst. 1913. p. 337 unten.

[4] Betreffs der angeblichen Beteiligung von Werfener Sch. an diesem Schub vergl. R. Polgner, Verh. k. k. Reichsanst. 1913. p. 449 ff.

mit denen der vielfach angenommenen, im wesentlichen auf TERMIER zurückgehenden Synthese, so finden wir, daß ein Teil ohne weiteres übernommen werden könnte (z. B. die Anschauungen über die beiden Kalkzonen werden dadurch nicht wesentlich modifiziert), daß aber andere, und zwar gerade für die TERMIER'sche Hypothese charakteristische Punkte einer starken Umformung unterzogen werden müßten und man könnte es nicht genügend gerechtfertigt finden, eingestandenermaßen auf Grund bloßer Analogieschlüsse eine solche Forderung zur Diskussion zu stellen. Allein wenn man genauer zusieht, so stützen gerade diese Teile der TERMIER'schen Hypothese auch heute noch sich ausschließlich auf Analogien, und es ist daher die Frage nicht abzuweisen, ob es nicht auch andere synthetische Gedankengänge geben könnte, und zweitens, ob diese nicht ebenfalls nützliche Dienste bei der Bearbeitung des schwierigen tektonischen Problemes der Ostalpen leisten könnten. Die erste Frage ist bereits bejaht worden, indem KOSSMAT die Ostalpen als periadriatische Umwallung [1] dargestellt hat. Ich würde die Bedeutung dieser Darstellung weniger in der Demonstration suchen, daß auch das „vollständige Gegenbild“ [2] zu TERMIER's Hypothese möglich und realisierbar ist, als gerade in jenen Punkten der formellen Behandlung, in denen sie von jener abweicht. Für TERMIER war die sogenannte Westalpen—Ostalpen-Grenze ein Erosionsrand, ein zufälliger Schnitt einer Horizontalebene (oberes Erosionsniveau) mit einer im allgemeinen von W. nach O. absinkenden (geometrisch ungefähr als Zylinder s. l. anzusehenden) Flächenschar. Wir wissen aber heute, daß es sich um eine wirkliche Knickung des ganzen Alpenkörpers, von der jedes tektonische Element zwischen Etsch und Rhein betroffen worden ist, um wirkliche Verschiebungen handelt und nicht um den vorerwähnten perspektivischen Effekt [3]. Indem nun KOSSMAT den ganzen Ostalpenbogen als analog dem kleineren von ihm genau studierten Bogen der Dinariden in Krain betrachtet, gelingt es ihm, jene Querstörungen organisch in seine Synthese einzuordnen, welche für die Schule TERMIER's immer ein „verwirrendes“, die ursprüngliche Einfachheit und Eleganz — nebenbei gesagt ihren Hauptvorzug — beeinträchtigendes Beiwerk bilden. Betreffs der restlosen Durchführung dieser Vorstellung ist

[1] K.'s Vorstellung, daß „die Südalpen mit ihrer starren Porphyrunterlage . . . . förmlich in den Körper der Zentralalpen hineingepreßt sind, so daß ein Überquellen in den Randpartien der letzteren erfolgte“ (l. c. p. 136), ist im wesentlichen eine Weiterbildung des von FRECH (Karnische Alpen, p. 468) gegebenen Bildes eines „von jungen Falten umwallten carbonischen Gebirgskernes“.

[2] HAMMER, Verh. k. k. Reichsanst. 1913, p. 446, Mitte.

[3] Vergl. AMPFERER und HAMMER, Jahrb. k. k. Reichsanst. 1911, p. 705; SPITZ und DYHRENFURTH, Verh. k. k. Reichsanst. 1913, p. 413; SCHWINNER, Mitt. Wien. geol. Ges. 1913, p. 216.

allerdings Hammer's Einwand unwiderleglich, daß damit die Schwierigkeiten sozusagen nur von der Drau an den Inn übertragen werden. Daraus sollte man eine Warnung entnehmen, theoretische Vorstellungen durch eine Art *regressus in infinitum* nicht ins Absurde zu verzerren. Jede Schlußkette führt, „konsequent" weiterverfolgt, einmal über ihren Geltungsbereich hinaus; denn der Umfang der Prämissen, den wir fassen können, ist beschränkt, das Kausalgewebe der Natur unendlich. Ganz besondere Vorsicht erfordern aber Analogieschlüsse; es ist ja a priori auszuschließen, daß sich ein Naturvorgang ganz gleich, oder gar einfach in einen andern Maßstab übertragen, wiederholen würde. Daher ist es zweifellos von Vorteil, wenn mehrere voneinander unabhängige Ketten von Analogieschlüssen — die geologischen „Arbeitshypothesen" beruhen ja fast ausschließlich auf solchen — zur Erklärung eines seiner Natur nach sehr verwickelten Phänomens vorliegen. Es wird dann leichter der Fehler der Einseitigkeit vermieden und schließlich ist eine Selbsttäuschung über die Sicherheit der Resultate weniger leicht möglich.

Graz, Geologisches Institut der Universität, im Mai 1914.

Zur Altersfrage der Süßwasserablagerungen bei der Ruggburg am Pfänder bei Bregenz.

Von **C. H. Jooss.**

In den neuen Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 46. 1911. p. 1, veröffentlichte Herr Professor Dr. L. Rollier, Zürich, eine Arbeit: „Révision de la stratigraphie et de la tectonique de la molasse au nord des alpes en général et de la molasse subalpine suisse en particulier." Der Autor nimmt darin auf p. 63 Stellung zu einer von mir im Nachrichtsblatt der deutschen malakozoologischen Gesellschaft. 42. 1910. p. 19—29, veröffentlichten Mitteilung über „Binnenconchylien aus dem Obermiocän des Pfänders bei Bregenz am Bodensee", indem er mir vorwirft, die Mehrzahl der vom Pfänder stammenden Gastropodenarten falsch bestimmt und dadurch das Alter der dortigen Süßwasserablagerungen, die von mir den *Sylvana*-Kalken [1] gleichgestellt, von Herrn Rollier aber der tigurischen Molasse [2] zugerechnet werden, verkannt zu haben. Nur drei von den zehn daselbst vorkommenden Gastropodenarten läßt Herr Rollier als richtig bestimmt gelten, nämlich:

Clausilia (*Eutriptychia*) *helvetica* (Mayer, Sandb.) Maill.
Limnaea (*Limnus*) *elliptica* (Kurr) v. Klein.
Melania (*Metamelania*) *Escheri* Brong.

[1] Unteres Obermiocän. Rollier rechnet die *Sylvana*-Kalke bekanntlich zum oberen Oligocän.

[2] Oberstes Obermiocän.

Hierzu sei bemerkt, daß auf p. 24 meiner Arbeit deutlich zu lesen ist: *Triptychia (Eutriptychia) helvetica* (MAYER, EYMAR, SANDBERGER, MAILLARD) JOOSS[1], ferner auf p. 27, *Limnaea (Limnus) dilatatus* NOULET und nicht, wie Herr ROLLIER angibt, *L. elliptica* (KURR) v. KLEIN[2].

Herr ROLLIER fährt dann von Zeile 13 ab fort: „En particulier *Helix* (*Tachea*) *sylvana* v. KLEIN et *H.* (*Chilostoma*) *inflexa* v. KLEIN, cités aussi de la Ruggburg, me paraissent être mal déterminés. En tout cas le vrai *H. inflexa* v. ZIETEN, qui a la priorité, n'est pas l'espèce de Mörsingen ordinairement citée sous ce nom d'après v. KLEIN. (Voir mon 3e suppl., p. 134.) Les Hélicides de notre Miocène supérieur sont à étudier très minutieusement et à comparer avec les espèces du même âge du S. de la France plutôt qu'avec celles des *Sylvana*-Kalke. En particulier les *Tachea* doivent être confrontées avec les espèces de NOULET, avec *H. geniculata* SANDB. du Gypse du Hegau, et aussi avec *H. Delphinensis* FONT. (Vallon de la Fully, 1875, p. 41—43, pl. 1, fig. 4), du Pontien inférieur du Plateau d'Heyrieu, cité aussi dans le miocène supérieur."

Ich habe Herrn ROLLIER hierauf zu erwidern, daß gerade die Heliciden vom Pfänder seinerzeit aufs sorgfältigste untersucht und mit ihren fossilen Verwandten verglichen wurden. Zum Vergleich wurden sowohl die in Betracht kommenden Arten NOULET's aus dem Miocän Südwestfrankreichs, als auch *H. Delphinensis* und *geniculata* herbeigezogen. Es ergab sich aber eine völlige Übereinstimmung mit den typischen Vertretern unserer *Sylvana*-Kalke *Cepaea sylvana* (KLEIN), *Pseudochloritis incrassata* (KLEIN) = *Helix inflexa* KLEIN und *Klikia giengensis* (KLEIN). Auch die übrigen in den Süßwasserablagerungen des Pfänders vorkommenden Gastropodenarten sind identisch mit solchen der *Sylvana*-Kalke. Die Bestimmungen sind übrigens seinerzeit von O. BOETTGER nachgeprüft und für richtig befunden worden. Die Süßwasserablagerungen des Pfänders sind daher den *Sylvana*-Kalken gleichzustellen und nicht zur tigurischen Molasse zu rechnen, wie Herr ROLLIER meint.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß Herr ROLLIER die *Sylvana*-Kalke nach wie vor für oberoligocän hält; hierauf weiter einzugehen halte ich für überflüssig, um so mehr, als Herrn ROLLIER

[1] *Eutriptychia* BÖTTGER 1877 ist Subgenus der 1882 von O. BÖTTGER zur Gattung erhobenen Clausiliensektion *Triptychia* SANDBERGER 1874 (Nachrichtsblatt d. deutsch. malakozool. Ges. **14**. 1882. p. 33—35) und nicht von *Clausilia* DRAP., wie Herr ROLLIER meint.

[2] Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg. **2**. 1846. p. 83. Taf. II Fig. 5a u. b. Unter diesem Namen bildet KLEIN ein sehr großes Exemplar von *Limnaea* (*Limnophysa*) *socialis* (SCHÜBLER) ZIETEN aus dem obersten Obermiocän von Steinheim am Aalbuch ab. Die am Pfänder vorkommende Limnaeenart hat mit der letztgenannten absolut nichts zu tun.

von zahlreichen Seiten die Unhaltbarkeit seiner Ansicht nachgewiesen wurde und Herr Rollier damit nach wie vor vereinsamt dasteht.

Profil der schwäbischen Süßwasserbildungen.

Ober-Miocän	Ober-	Sande und Mergel Oberschwabens mit *Cepaea silvestrina* (Zieten). *Unio flabellatus* Goldfuss. *Dinotherium bavaricum* H. v. M. *Planorbis*-Sande von Steinheim am Aalbuch. Randkalke des Steinheimer Beckens.
	Unter-	*Sylvana*-Kalke Oberschwabens mit *Cepaea malleolata* (Sandb.), *C. sylvana* (Klein) etc., Böttinger Sprudelmarmor, Süßwasserkalke des Randecker und Laichinger Maares mit *C. sylvana* (Kl.), *Dysodil*-Schiefer des Randecker Maares.
Unter-Miocän	Ober-	Untere Süßwassersande Oberschwabens
	Mittel-	Kalke mit *Palaeotachea crepidostoma* (Sandb.)
	Unter-	Öpfinger Schichten.
Oligocän	Ober-	Kalke mit *Plebecula Ramondi* Brong.
	Mittel-	*Strophostoma*-Kalk von Arnegg, Spaltenkalk vom Eselsberg und Örlinger Tal.

Tübingen, Geolog. Institut der Universität.

Berichtigung.

In dem Aufsatz von H. A. Brouwer „Über normalsymmetrische Amphibole aus Niederländisch Ost-Indien“ (dies. Centralbl. 1914, p. 675—679) ist auf p. 675 ein Quarzepidotchloritschiefer von dem Gunung (Berg) Tiomissa beschrieben und dabei durch ein Versehen angegeben, daß dieser Berg auf der Insel Moa liegen soll. Dem ist jedoch nicht so; der Gunung Tiomissa liegt auf der Insel Leti, und damit muß die Insel Moa gestrichen werden als ein Fundort normalsymmetrischer Amphibole. **Molengraaff.**

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Dr. phil. **Friedrich Kutschera** aus Wien, Gymnasialsupplent und Leutnant im 59. Infanterie-Regiment, gefallen am 18. November 1914 bei Biorkow, nordöstlich von Krakau. Er studierte 1903 bis 1908 Naturwissenschaften an den Universitäten Wien und Innsbruck, wo er 1909 die Lehramtsprüfung bestand. Neben seinem Hauptfache, der Zoologie, pflegte er mit Interesse und Verständnis die Mineralogie und wählte sie als zweites Fach beim Rigorosum. Für das mineralogisch-petrographische Institut der Innsbrucker Universität verfaßte Kutschera ein mustergültiges Referat über die 1907 von Professor Cathrein veranstaltete Exkursion nach Carrara, Larderello und Elba.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über einen Porphyrit nahe bei Dürrhennersdorf in der sächsischen Lausitz.

Von **Johannes Beger** in Leipzig.

Mit 1 Textfigur.

In dem ersten Bahneinschnitt südlich von Dürrhennersdorf an der Linie Löbau—Ebersbach setzt neben zahlreichen Lamprophyren der Kersantit-, Odinit- und Malchitgruppe ein 55 cm mächtiger Gang auf, dessen Gestein einen recht eigentümlichen Charakter trägt.

Es ist von hellgrauer Farbe mit einem Stich ins Grünliche, während die schmale Verwitterungsrinde mehr gelblich- bis bräunlichgrau aussieht. Das Korn ist nicht einheitlich. Zu einer vorwiegend dichten Grundmasse gesellen sich in unregelmäßiger Verteilung und beträchtlicher Menge stecknadelkopf- bis senfkorngroße Feldspatbrocken. Etwas spärlicher sind die eigentlichen Einsprenglinge, die aus gut begrenzten, seltener tafeligen als nach a gestreckten Feldspaten bestehen. Durch ihre Größe, die oft 1 cm erreicht, fallen sie deutlich aus dem Grundmassegemenge heraus. Aus diesem Gefüge läßt sich leicht verstehen, daß das Gestein sehr zäh ist. Es bricht muschelig bis splitterig zu schneidend scharfkantigen Scherben.

Außer den feldspatigen Gemengteilen läßt sich makroskopisch nichts erkennen. Erst vermittels der Lupe vermag man etliche winzige Erz- und Quarzkörnchen wahrzunehmen. Die Anwesenheit dunkler Gemengteile läßt sich nur dadurch erschließen, daß die Feldspate bisweilen grünlich gefleckt erscheinen, was auf eine Einwanderung chloritischer Substanz deutet.

Auch u. d. M. erweist sich das Gestein als auffällig hell. Die Grundmasse besteht in der Hauptsache aus einem Gemenge von kurzleistenförmigem Plagioklas und reichlichem verkittenden Quarz. Der Feldspat ist noch leidlich frisch, obwohl eine Trübung infolge Umsetzung zu Sericit und Ton sich meist bemerkbar macht. Seine Lichtbrechung ist je nach der optischen Richtung größer oder kleiner als die des Canadabalsams, die Auslöschung in der Zone $\perp$ 010 gerade. Demnach gehört er dem sauern Oligoklas an.

Zu dem Gemenge der hellen Bestandteile gesellt sich in verhältnismäßig untergeordneter Weise Chlorit von grasgrüner Farbe und lavendelblauen Interferenztönen. Seine Begrenzung und Spaltbarkeit erinnern kaum je an ein Glimmermineral, noch weniger

aber an Hornblende oder Augit. Er bildet meist durchaus unregelmäßige filzig-schuppige oder seltener radialstrahlige Aggregate von geringer Größe, die in den Zwickeln zwischen den Feldspäten Platz finden. Nicht selten ist er in die Plagioklaseinsprenglinge eingewandert.

Mit ihm in Verbindung steht ein glimmeriges Mineral, das man auf den ersten Blick seiner optischen Beschaffenheit nach dem Muscovit zurechnen würde. Doch zeigt sich bei sorgsamerer Betrachtung, daß es durch zahlreiche Übergänge mit dem Chlorit verbunden ist. So zunächst in bezug auf seine Form. Das muscovitartige Endglied gibt zwar mitunter langgestreckte, leistenförmige Durchschnitte, die höchstens insofern an den Chlorit erinnern, als die Lamellen leicht gewellt erscheinen können. Durch Verringerung der Größe und Anreicherung der Individuen aber gleichen sie meist genau den wirr schuppigen Aggregaten, wie sie für den Chlorit bezeichnend sind. Ferner äußert sich die Verwandtschaft im Pleochroismus. Das dem Muscovit scheinbar am nächsten stehende Glied zeigt nur geringe Absorptions-, nicht aber Farbunterschiede. Mit der Annäherung an den Chlorit hingegen stellt sich parallel der Spaltbarkeit mehr und mehr ein grünlicher Ton ein, während das Mineral senkrecht zur Spaltrichtung farblos erscheint. Hand in Hand damit ändert sich die Doppelbrechung, und zwar sind den am stärksten pleochroitischen Gliedern — also den chloritähnlicheren — die niedrigsten Interferenzfarben eigen, die um das Blaugrau und Gelb der I. Ordnung spielen. Mit abnehmendem Pleochroismus steigt die Doppelbrechung. Die muscovitartigen farblosen Endglieder haben die leuchtenden Interferenzfarben vom Ende der II. Ordnung. Als weiteres, die Verwandtschaft mit Chlorit, nicht aber mit Muscovit andeutendes Merkmal kommt hinzu, daß sich in dem Minerale bisweilen Eisenerz und Epidot als Ausscheidungsprodukte finden. Alle diese Erscheinungen vermag ich nicht anders zu deuten, als daß der Chlorit eine weitere, mit Enteisenung verbundene Umsetzung erfahren hat, die auf Talk hinauszulaufen scheint. Dem könnte man entgegenhalten, daß er und das muscovitartige Mineral bisweilen parallel verwachsen sind; doch ist da zu bemerken, daß auch die Umsetzung von Biotit zu Chlorit lamellar verläuft, so daß man den Eindruck paralleler Verwachsung gewinnt. Zu den optischen Merkmalen, soweit sie sich feststellen ließen, ist noch hinzuzufügen, daß die Auslöschung gerade und der optische Charakter der Hauptzone — bezogen auf die Spaltrisse — positiv ist.

Es ist nicht möglich, auf Grund dieses Bestandes zu sagen, ob das Gestein den Hornblende- oder Glimmerporphyriten zuzurechnen ist.

Als Akzessorien treten zu der Grundmasse etliche Titaneisenkörner, die zum größten Teil in Form der als Leukoxen bezeich-

neten Umwandlungsprodukte vorliegen. Fernerhin ist Apatit in einer für Porphyrite verhältnismäßig beträchtlichen Menge anwesend. Einige seiner Kristalle sind so groß, daß sie neben den übrigen Grundmassegemengteilen auffällig werden.

Von den Plagioklaseinsprenglingen läßt sich nicht viel mehr sagen, als daß sie fast völlig zu Sericit umgewandelt sind. Die noch einigermaßen frischen Ränder löschen gerade aus und dürften demnach von derselben Zusammensetzung sein wie der Grundmasseplagioklas.



Fig. 1.

Die Struktur des Gesteins weicht erheblich von der normaler Porphyrite ab durch die beträchtliche Größe der Grundmassegemengteile sowohl als auch durch die größtenteils gut idiomorphe Form der Plagioklase (vergl. Abbildung). Man fühlt sich infolgedessen versucht, das Vorkommnis eher einer anderen Felsart, etwa den Kuseliten, zuzuteilen. Dem ist jedoch gegenüberzuhalten, daß ganz besonders der chemische Bestand des Gesteins ein vollkommen anderer ist und sich gut mit Porphyriten vergleichen läßt.

Es sei zunächst die Analyse nebst der Umrechnung auf die Osann'schen Verhältnisse angeführt:

5*

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO
Gewichts-% .	62,64	0,65	15,28	0,17	3.94	0,05	1,43
Mol.-% . . .	69,62	0,54	9,99	3,77 (Fe₂O₃ + FeO)		0,05	2,83

	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	P_2O_5	CO_2	Summe
Gewichts-% .	6,15	2,98	3,87	1,88	0,12	0,71	99.87
Mol.-% . . .	7,32	2,11	4,16	—	0,05	—	99,99

S Al F = 22,5 : 3 : 4,5 NK = 6,63
M C Alk = 12,5 : 9,5 : 8 M C = 2.45

Porphyrit, erster Bahneinschnitt südlich von Dürrhennersdorf (Lausitz).

Vergleicht man diese Werte mit den 13 Kuselit-Analysen, die M. Schuster und A. Schwager[1] anführen, so ergibt sich, daß in den Kuseliten mit einem hohen Betrage an SiO_2 auch ein großer Prozentsatz Al_2O_3 verbunden zu sein pflegt, was beim vorliegenden Gesteine nicht in dem Maße zu bemerken ist. Ferner ist bei den meisten Kuseliten mehr dreiwertiges Eisen vorhanden als zweiwertiges, während ein derartig auffallender Unterschied wie bei der in Rede stehenden Analyse überhaupt nicht vorkommt. Bemerkenswert ist, daß bei dem Dürrhennersdorfer Gesteine der Gehalt an Gesamteisen im Vergleich zu Kuseliten sehr niedrig ist. $Fe_2O_3 + FeO$ betragen 4,11 %. Der niedrigste Wert der in der genannten Abhandlung zusammengestellten Analysen aber ist 3,92 %, der Mittelwert 6,36 %. Ausschlaggebend sind vor allem die Zahlen für MgO und CaO. Die Grenzen für MgO sind in der Zusammenstellung von Schuster und Schwager 1,94 % und 6,76 %. Das Mittel aus allen 13 Analysen beträgt 4,34 %. Das Dürrhennersdorfer Gestein nun geht mit 1,43 % MgO nicht unbeträchtlich unter die untere Grenze herunter. Umgekehrt liegen die Verhältnisse beim Kalk. Dessen niedrigster Betrag ist nach den genannten Autoren 1,10 %, der höchste 3,51. Das Mittel liegt verhältnismäßig niedrig bei 1,89 %. Demgegenüber weist die Analyse des Dürrhennersdorfer Gesteins 6,15 % CaO auf.

Alle diese Zahlen fügen sich schlecht in das Bild des Kuselits ein, während, wie schon bemerkt, ein Vergleich mit den Porphyriten sich sehr wohl ausführen läßt. Zur Veranschaulichung sei die Analyse eines Hornblende, Plagioklas, Quarz nebst Zersetzungsprodukten führenden Hornblendeporphyrits von Nevada City, Cal., neben die des Dürrhennersdorfer Gesteins gesetzt.

[1] M. Schuster und A. Schwager, Neue Beiträge zur Kenntnis der permischen Eruptivgesteine aus der bayerischen Rheinpfalz. I. Die Kuselite. Geognost. Jahreshefte. 23. 1910. p. 43.

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO
I.	62,64	0,65	15,28	0,17	3,94	0,05	1,43
II.	62,09	0,32	16,69	1,45	3,76	Sp.	1,93

	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	P_2O_5	CO_2	Summe
I.	6,15	2,98	3,87	1,88	0,12	0,71	99,87
II.	6,08	1,84	3,36	1,66	0,39	—	99,77

I. Porphyrit, Dürrhennersdorf.

II. Hornblende-Porphyrit, Nevada City, Cal. Mit 0,10 BaO und 0,10 SO_3. Anal. Stokes.

Nach alledem gehört das Gestein in die mannigfaltig gestaltete Reihe der Quarzporphyre und Porphyrite, die vorwiegend mit Lausitzer, seltener erzgebirgischem Streichen steil im Lausitzer Granit aufsetzen und in Verbindung zu bringen sein dürften mit den Porphyritdecken und -tuffen, die dem mittleren Rotliegenden von Weißig bei Pillnitz aufgelagert bezw. eingeschaltet sind. Ihr im Vergleich zum lamprophyrischen Ganggefolge des Granites geringeres Alter ergibt sich daraus, daß die Lamprophyre an mehreren Orten von den Porphyren durchsetzt werden, so am Rochsberg bei der Arnoldsmühle im Wesenitztale, auf dem benachbarten Viewegberge und anderwärts. Sie weichen zum größten Teile mehr oder minder von der für Porphyre charakteristischen Struktur ab, auch bei solchen Vorkommen, die Quarzdihexaeder als Einsprenglinge führen, so daß sich das Dürrhennersdorfer Gestein in seiner mikroskopischen Beschaffenheit ebenfalls gut in ihre Reihe einfügt.

Leipzig, Institut für Mineralogie und Petrographie, am 5. Juli 1914.

Zur Demonstration der Bimssteinbildung[1].

Von **K. Endell** in Berlin.

Mit 2 Textfiguren.

A. Brun[2] hat gezeigt, daß gewisse Obsidiane, z. B. die von Lipari, beim Erhitzen auf ca. 900° sich wie ein Schwamm aufblähen. Die Erscheinung wird hervorgerufen durch das bei dieser Temperatur plötzliche Entweichen von Gasen, die nach seinen Analysen zu ca. 90 % aus Salzsäure, zum übrigen aus schwefeliger Säure, Kohlensäure, Stickstoff etc. bestehen. Freilich muß ziem-

---

[1] Die nachfolgend abgebildeten und beschriebenen Präparate dienten zur Illustration eines Vortrages, den ich vor 1½ Jahren auf Veranlassung von Herrn Geheimrat Branca im Geologischen Institut der Universität „Über geologische Temperaturmessung" gehalten habe. Die Originale befinden sich in genanntem Institut.

[2] A. Brun, Recherches sur l'exhalaison volcanique. Genf 1911.

lich rasch erhitzt werden, da sonst die Gase bereits bei tieferen Temperaturen kontinuierlich fortgehen und dann zu keinem Aufblähen Veranlassung geben. Die Temperatur der plötzlichen Schwammbildung bezeichnet Brun als Explosionstemperatur. Nach seinen Forschungen erfolgt bei 1000° noch eine weitere, allerdings geringere Ausdehnung, die durch Verflüchtigung der Alkalichloride bedingt ist. Erhitzt man den so entstandenen sehr porösen Schwamm, der unter der Bezeichnung Bimsstein allgemein bekannt ist, auf höhere Temperaturen, bis 1400°, so schmelzen die feinen Trennungswände der nur schwach gefärbten natürlichen Glasmasse zusammen und es entsteht wieder ein dunkles, kompaktes Glas, das äußerlich dem Obsidian gleicht. Beim erneuten Erhitzen findet kein Aufblähen statt, da ja die Gase bereits entwichen sind.

Dieser Vorgang der Bimssteinbildung aus Obsidian, den man in der Natur nur selten zu beobachten Gelegenheit haben dürfte, kann leicht im Laboratorium nachgeahmt und als Vorlesungsversuch verwendet werden. Man füllt einen kleinen Tiegel mit etwa erbsengroßen Stücken von liparischem Obsidian bis zum Rand, wie es in Fig. 1, I angegeben ist. Der Tiegel wird in einem senkrechten Röhrenofen, etwa einem Gasgebläseofen, einem elektrisch heizbaren Kohlegrieswiderstands- oder Platinfolioofen gestellt und rasch erhitzt, so daß längstens in $\frac{1}{4}$ Stunde 1000° erreicht werden. Zweckmäßig setzt man den Tiegel in den bereits auf 500° vorgewärmten Ofen. Man kann dann beobachten, wie etwa bei 850—900° die Masse herausquillt, was auf der Fig. 1 in II und III dargestellt ist. Es ist darauf zu achten, daß neben dem Tiegel genügend Raum für die Ausdehnung des Schwammes übrigbleibt. Andernfalls kann es vorkommen, daß das Rohr des Ofens in die Höhe gehoben oder zersprengt wird. Glaubt man das Maximum der Ausdehnung erreicht zu haben, so zieht man den Tiegel schnell heraus und läßt abkühlen. Bei höherer Erhitzung würde das Gebilde wieder zusammenschmelzen. Nicht alle Obsidiane zeigen den Vorgang so schön. Tiegel IV in Fig. 1 entspricht einem Obsidian aus Teneriffa, dessen Ausdehnung erheblich geringer war, da er wohl weniger Gas enthielt. In der angegebenen Weise kann man z. B. die Entstehung der Aiguille des Mont Pelée auf Martinique anschaulich illustrieren.

Bei größeren Stücken ist die Reaktion der Gasabgabe häufig mit Explosionen verbunden, wie auch Brun bereits erwähnt, so daß derartige Versuche nur mit Vorsicht ausgeführt werden dürfen. Bei genügender Umsicht gelingt es, etwa faustgroße Stücke in der Weise zu erhitzen, daß die Obsidianmasse nur zur Hälfte in Bimsstein umgewandelt ist. Solche genetisch interessante Stücke sind auch auf Lipari gefunden worden.

Tiefengesteine (roches mortes nach Brun) zeigen derartige Erscheinungen nicht. Sie schmelzen langsam zu einem Glase. Da



Fig. 1. Bildung von Bimsstein aus Obsidian von Lipari beim Erhitzen auf 900—1000° (natürl. Größe).

sie aus verschieden hochschmelzenden Mineralien zusammengesetzt sind, die auch noch im halbflüssigen Zustand miteinander reagieren, kann ihre Schmelztemperatur nicht genau angegeben werden. Immerhin ist es nicht uninteressant, die Einwirkung bestimmter Temperaturen auf Tiefengesteine zu verfolgen. Einen derartigen Versuch aus einer größeren Versuchsreihe will ich kurz beschreiben.

Granitstücke von ca. 4—5 cm Durchmesser wurden in Industrieöfen der Kgl. Porzellan-Manufaktur zu Berlin auf Temperaturen bis zu 1200° und 1450° erhitzt. Die genannte Maximaltemperatur wirkte 4—5 Stunden ein. Die verschieden hocherhitzten Proben sind in Fig. 2 wiedergegeben. Es zeigt sich, daß eine derartig kurze Erhitzung keineswegs zur Herstellung einer homogenen Schmelze ganzer Stücke ausreicht; vielmehr liegen auch in den



Anfangszustand — nach 4stündigem Erhitzen auf 1200° C — nach 4stündigem Erhitzen auf 1450° C

Fig. 2. Einwirkung verschiedener Temperaturen auf Granitbruchstücke ($\frac{1}{2}$ natürl. Größe).

am höchsten erhitzten Proben die einzelnen umgewandelten Mineralien bezw. Mineralgläser nebeneinander. Ein chemischer Ausgleich durch Diffusion hat noch nicht in erheblichem Maße stattgefunden. Die Veränderung ist aber in Dünnschliffen gut zu verfolgen. Der verwandte Granit bestand in der Hauptsache aus Orthoklas, Plagioklasen, Biotit und Quarz. Die auf 1200° erhitzte Probe zeigt u. d. M. folgendes: Der Biotit ist zu einem schwarzen Glas geschmolzen, das anscheinend etwas von den angrenzenden Mineralien aufgelöst hat. An Stelle des Orthoklases ist ein farbloses Glas getreten, während Plagioklase z. T. noch an ihrer Zwillingsstreifung und Anisotropie als solche erkennbar sind. Die Quarze sind zertrümmert, eine Umwandlung in Tridymit oder Cristobalit ist aber nicht mit Sicherheit wahrnehmbar. Bei 1450° dagegen sind sämtliche Feldspäte geschmolzen und die Quarzkristalle in Cristobalit bezw. bereits teilweise in Tridymitnädelchen umgewandelt. Aus dem Feldspat-Glimmer-Glas sind an einzelnen Stellen verfilzte Nadeln von hoher Doppelbrechung auskristallisiert, die wohl Sillimanit sein dürften.

Berlin-Charlottenburg, Techn. Hochschule, Juli 1914.

Über einen Meerschaum aus dem Agramer Gebirge.

Von **Fran Tućan** in Zagreb (Agram, Kroatien).

Die kristallinischen Gesteine, von welchen die Zagrebačka gora (Agramer Gebirge) aufgebaut ist, gehören meistens zu den grünen Schiefern und Diabasen. An einigen Stellen erscheinen hie und da Gabbro- und Serpentingesteine. Serpentin, der aus Olivingesteinen (aus Lherzolit) entstanden ist, kommt hauptsächlich an der östlichen Seite des Gebirges vor, und zwar an der Straße, die von Marija Bistrica nach Orešję gornje führt. An der rechten Seite der Straße (bei dem Dorfe Orešje gornje), im Serpentinterrain selbst, heben sich die Felsen eines roten Gesteines (angewitterter Serpentin) empor, die mit schmalen Adern eines weißen Minerals durchflochten sind. Das weiße Mineral ist stellenweise rosig gefärbt und besitzt eine nicht besonders ausgeprägte faserige Textur. Im Dünnschliff u. d. M. sieht man, daß das Mineral vollkommen kristallinisch ist, und da es dem faserigen Serpentin sehr ähnlich ist, könnte man es auf den ersten Blick für einen faserigen Serpentin halten. Einige Fasern sind sehr fein und bilden stellenweise ein wirrfaseriges Gemenge, einige sind wieder etwas gröber. Die Fasern löschen gerade aus und haben γ' in der Längsrichtung. Nach der chemischen Analyse besteht das Mineral aus folgenden Bestandteilen

SiO_2	53,05 %
Fe_2O_3	0,97
NiO	0.31
MnO	Spur[1]
MgO	23,50
H_2O unter 107° C	12,02
H_2O über 107° C	9,52
	99,37 %

Das Mineral gibt einen Teil seines Wassers schon im Exsikator (über Chlorcalcium) ab, und zwar:

Nach 6 Stunden	2,41 %
„ weiteren 18 Stunden	1,89
„ „ 6 „	0,29
„ „ 18 „	0,29
„ „ 6 „	0,05
„ „ 18 „	0.00
Nach 72 Stunden über Chlorcalcium abgegebenes Wasser	4.93 %

[1] Mn rührt von Mn-Hydrat her, das als winzige Dendrite im Meerschaum vorkommt.

Wird jetzt das so zum Teil entwässerte Mineral in freier Luft gehalten, so nimmt es das verlorene Wasser wieder auf, und zwar:

Nach 4 Stunden	1,38 %
„ weiteren 3 Stunden	0,66
„ „ 17 „	1,61
„ „ 24 „	0,61
„ „ 24 „	0,14
„ „ 24 „	0,00
Nach 96 Stunden absorbiertes Wasser	4,40 %

Im Trockenschrank verliert das Mineral von seinem Wassergehalt:

bei 88° C	11,08 %		
„ 92	0,42	bezw.	11,50 %
„ 109	0,47	„	11,97
„ 150	0,42	„	12,39
„ 225	0,76	„	13,15
über 225 (vor dem Gebläse)	8,31	„	21,52

Wenn wir aus der oberen Analyse die Molekularquotienten berechnen, erhalten wir folgende Zahlen:

SiO_2	0,88507
Fe_2O_3	0,00607
NiO	0.00415
MgO	0,58655
H_2O unter 107° C	0,67444
H_2O über 107° C	0,53111

Nehmen wir für SiO_2 den Molekularquotient = 3, so erhalten wir für die anderen Bestandteile folgendes Molekularverhältnis:

$SiO_2 : Fe_2O_3 : NiO : MgO : H_2O$ unter 107° C : H_2O über 107° C
wie 3 : 0,0205 : 0,0140 : 1,9881 : 2,2860 : 1,8002,

was der Formel $H_4Mg_2Si_3O_{10} . 2\,H_2O$ entspricht.

Das Mineral reagiert vor dem Glühen alkalisch, fühlt sich fettig an, haftet stark an der Zunge und ist in Salz- und Schwefelsäure leicht zersetzbar; hat eine Dichte

$$s_{t=22^0} = 2,02.$$

Wie erwähnt, verhält sich unser Meerschaum u. d. M. wie ein anisotropes Mineral. Keine isotrope Partie wurde beobachtet. Indessen ist Meerschaum in zwei Modifikationen bekannt, und zwar als kristalline und kolloidale Modifikation. In neuer Zeit hat man versucht, die kolloidale Modifikation mittels der Chromatophilie zu bestimmen. Die Chromatophilie wäre ein Mittel, das uns den Unterschied zwischen kolloidaler und kristalliner Substanz zeigen würde.

H. MICHEL[1] hat in dieser Richtung gerade mit Meerschaum verschiedener Fundorte Anfärbungsversuche gemacht. Er hat das Meerschaumpulver mit EHRLICH'schem Triazidgemisch[2] angefärbt und schreibt folgendes: „Die überstehende Flüssigkeit war stets rot, es war also der basische Farbstoff Methylenblau stärker absorbiert worden, wiederum eine basophile Färbung. Doch zeigte sich stets ein Bodensatz von rot angefärbten gröberen Pulverteilchen. Wenn das Pulver grob war, so war auch dieser Bodensatz reichlicher, je feiner das Pulver war, desto weniger roter Bodensatz zeigte sich. Wird nun der rote Bodensatz eines feineren Pulvers isoliert und abermals angefärbt, so zeigte sich, daß er oxyphil ist, das Säurefuchsin aus der Lösung auszieht, so daß die überstehende Flüssigkeit nunmehr blau ist. Nach einigen Tagen wird allerdings auch der blaue Farbstoff gänzlich absorbiert und es verbleibt ein ganz schwach rötlicher Strich der überstehenden Lösung. Der Bodensatz eines gröberen Pulvers zeigt nach Isolieren, feinerem Pulverisieren und abermaligem Anfärben eine lila überstehende Flüssigkeit, nach nochmaligem Isolieren, Pulverisieren und Anfärben schließlich auch eine blaue überstehende Flüssigkeit. Bei der mikroskopischen Prüfung ergibt sich, daß sich in dem gröberen, schwereren Bodensatz der kristalline Anteil sehr stark angereichert hat, der sich durchwegs oberflächlich rötlich angefärbt hat und sich daher als oxyphil erweist. In dem feineren, blau gefärbten Anteil sind unter einer sehr großen Anzahl kristalliner und rötlich angefärbter Teilchen noch erheblich stärker blau gefärbte Partien vorhanden, welche die rötlichen kristallinen Fasern miteinander auf das innigste verkitten und die zumeist isotrop sind. Diese verbindende isotrope Substanz verhält sich typisch basophil. Beim Eintrocknen dieses feineren Anteiles zeigt sich gleichfalls, daß eine große Menge kristalliner, rot gefärbter Teilchen neben dunkler blau gefärbten vorhanden ist, während im gröberen Bodensatz die rot gefärbten Teilchen auch der Menge nach weitaus überwiegen. In dem feineren Anteil kommt die blaue Farbe nur dadurch zustande, daß sich die verbindende isotrope Substanz viel intensiver anfärbt, als die kristallinen Fäserchen. Aus diesem Grund tritt auch stets eine raschere und intensivere Absorption des blauen, basischen Farbstoffes ein, so

[1] H. MICHEL, Die Anwendung der Kolloidchemie auf Mineralogie und Geologie. Zur Kenntnis des Meerschaumes. Zeitschr. f. Chemie und Industrie der Kolloide, **12.** 1913. p. 165.

[2] H. MICHEL schreibt, daß er Anfärbungsversuche mit EHRLICH'schem Triazidgemisch, das Methylenblau-Säurefuchsin enthält, gemacht hat. Für meine Anfärbungsversuche bestellte ich die Farbstoffpräparate von der Firma Dr. G. GRÜBLER & Co. in Leipzig. Dr. G. GRÜBLER meldet mir, daß EHRLICH's Triazidlösung Methylenblau und Säurefuchsin nicht enthält, wohl aber die alte Triazidlösung nach PAPPENHEIM.

daß die überstehende Flüssigkeit rot erscheint. Es ergibt sich also deutlich, daß in den hier untersuchten Meerschaumvorkommen zwei Substanzen miteinander gemengt sind:

1. ein kristalliner Anteil, oxyphil,
2. ein isotroper Anteil, basophil."

So Michel'sche Untersuchungen.

Ich habe auf unserem Meerschaum Anfärbungsversuche mit Ehrlich'schem und Pappenheim'schem Triazidgemisch gemacht. Mit Ehrlich'scher Triazidlösung (Methylgrün, Orange G und Säurefuchsin) färbten sich alle Pulverteilchen schön grünlichblau. Die überstehende Flüssigkeit war topasgelb. U. d. M. bemerkt man, daß alle Meerschaumpartikelchen grünlichblau sind und einen schwachen Pleochroismus zeigen: $// \gamma$ = intensiv grünlichblau, $\perp \gamma$ = dieselbe Farbe, nur in schwächerer Nuance.

Mit Pappenheim'scher Triazidlösung (Methylenblau und Säurefuchsin) färbt sich das Meerschaumpulver auch grünlichblau und die überstehende Flüssigkeit blieb topasgelb. Wenn man das angefärbte Pulver u. d. M. beobachtet, so sieht man, daß es vorwiegend aus grünlichblauen Partikelchen und Fasern besteht, und nur eine kleinere Anzahl ist von schwach fleischroter Farbe. Durch nähere Untersuchung bemerkte ich, daß auch die fleischrot gefärbten Partikelchen und Fasern blau sind, nur wenn man dieselben in eine andere Lage stellt. Durch die Anfärbung mit der Pappenheim'schen Triazidlösung wurde nämlich der Meerschaum stark pleochroitisch, und zwar $// \gamma$ = grünlichblau, $\perp \gamma$ = farblos bis schwach fleischrot. Bei einigen sind die Partikelchen $// \gamma$ = intensiv blaugrünlich, bei einigen wieder schwach graulich, und bloß einige Fasern sind gewöhnlich grünlich. Diese Fasern sind $\perp$ auf γ = schwach fleischrot.

Wie man sieht, ist unser Meerschaum deutlich basophil, aber trotz dieses basophilen Charakters ist er vollkommen kristallinisch, vollkommen anisotrop.

Ich habe noch andere Anfärbungsversuche auf unserem Meerschaum durchgeführt, und zwar mit:

Alizarin (gelöst in sehr verdünnter Kalilauge). Bei dieser Behandlung wird das Meerschaumpulver voluminös und färbt sich braun. Größere Pulverteilchen sind fast schwarz gefärbt. U. d. M. sieht man, daß die Meerschaumblättchen und -fasern gelb sind, so daß dieselben sehr an gelbe Glimmerblättchen erinnern. In der Richtung γ ist die Farbe goldgelb, senkrecht zu dieser Richtung ist die gelbe Farbe von etwas schwächerer Nuance.

Ponceau R R R. Das Meerschaumpulver wird voluminös und färbt sich blaßrot (rosig). U. d. M. sehen die Pulverpartikelchen rosig aus, und zwar ist die Intensität der Farbe in der γ-Richtung stärker als in der Richtung senkrecht zu γ.

M e t h y l g r ü n. Der Niederschlag ist voluminös und grünblau gefärbt. U. d. M. sind die Blättchen und Fasern // γ = blau mit einem Stich ins Grüne, ⊥ γ = dieselbe Farbe, nur ist die grüne Nuance etwas stärker.

M e t h y l e n b l a u B e x t r a ($ZnCl_2$-frei). Der Niederschlag wird voluminös und blau gefärbt. U. d. M. sind die Mineralpartikelchen // γ = intensiv blau, ⊥ γ = grünblau oder blau mit einem Stich ins Grüne.

S ä u r e - F u c h s i n. Das Mineralpulver wird lila gefärbt. U. d. M. sehen die Partikelchen farblos aus.

B i s m a r c k - B r a u n e x t r a. Der Niederschlag ist voluminös und rotbraun gefärbt. U. d. M. sieht man, daß die Blättchen und Fasern blutrot gefärbt sind (sie ähneln sehr an Hämatitblättchen), // γ = blutrot, ⊥ γ = gelbrot bis rot.

A n i l i n g r ü n. Der Niederschlag ist voluminös und von dunkelgrüner Farbe. U. d. M. // γ = dunkelgrün, ⊥ γ = lichtgrün.

S a f r a n i n G e x t r a. Der Niederschlag wird karminrot gefärbt. U. d. M. // γ = karminrot, ⊥ γ = dieselbe Farbe mit einem Stich ins Rosige.

L i c h t g r ü n S. Der Niederschlag wird grün gefärbt. U. d. M. // γ = intensiv grün, ⊥ γ = blaßgrün.

M e t h y l v i o l e t t. Das Meerschaumpulver ist voluminös und violett gefärbt. U. d. M. // γ = blau, ⊥ γ = violett.

C a r m i n N a c a r a t (gelöst in sehr verdünnter Kalilauge) färbt das Meerschaumpulver überhaupt nicht.

Zum Schluß erwähne ich, daß dies der erste Meerschaumfundort in Kroatien ist.

Z a g r e b (Agram), Min.-petrogr. Institut, Juli 1914.

Zur Systematik der Erzlagerstätten.

Von **A. Sachs** in Breslau.

Die verschiedenen Versuche die Erzlagerstätten zu systematisieren sind insbesondere bei Beyschlag-Krusch-Vogt (Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. 1. 1910. p. 220—235) eingehend besprochen. Es werden hier unterschieden: a) morphologische Einteilungen, b) morphologisch-genetische Einteilungen, c) genetische Einteilungen. Nach diesen Angaben rühren morphologische Einteilungen her von Werner, Waldauf von Waldenstein, Burat, v. Weissenbach und Whitney, v. Cotta, Grimm, Callon, Lottner-Serlo, Neve Foster, Köhler. Morphologisch-genetische Einteilungen werden genannt von Naumann, Whitney, Phillips und Louis. Als Autoren rein genetischer Einteilungen werden angeführt: v. Groddeck, Stelzner, Kemp, Po-

Pošepny, Fuchs und de Launay, Hoefer, Gürich, Vogt, Bergeat, Beck, endlich Beyschlag-Krusch-Vogt.

Da eine wissenschaftliche Einteilung unbedingt die Genesis, als deren Ausdruck nur die äußere Form anzusprechen ist, in den Vordergrund stellen muß, so seien hier nur die rein genetischen Einteilungen in Betracht gezogen.

Groddeck (1879) klassifizierte:
- a) ursprüngliche Lagerstätten,
  1. geschichtete,
  2. massige,
  3. Hohlraumausfüllungen,
  4. metamorphe;
- b) Trümmerlagerstätten.

Kemp (1892, 1895, 1900—1907) unterscheidet:
1. magmatische Ausscheidungen,
2. aus Lösungen chemisch niedergeschlagene,
3. aus Lösungen mechanisch gebildete Lagerstätten.

Pošepny (1893) unterscheidet:
- I. Diszissionslagerstätten (Gänge),
- II. Lagerstätten in auflöslichen Gesteinen,
- III. metamorphische Lagerstätten,
- IV. hysteromorphe Lagerstätten.

de Launay (1893):
- I. gîtes en inclusion dans des roches éruptives,
- II. gîtes filoniens,
- III. gîtes sédimentaires.

Vogt (1894/95) teilt die Lagerstätten der Eruptivgesteine ein in:
- I. magmatische Differentiationsprodukte,
- II. pneumatolytische bezw. pneumatohydatogene Produkte.

Hoefer (1897) schlägt vor:
- I. gleichalterig mit dem Nebengestein { sedimentäre, Eruptivlagerstätten,
- II. jünger als das Nebengestein { Hohlraumausfüllungen, metamorphe Lagerstätten.

Gürich (1899):
- I. Imprägnationslagerstätten,
- II. magmatische oder Erstarrungslagerstätten,
- III. Präzipitationslagerstätten,
- IV. Aufbereitungslagerstätten;

bei den Gruppen I und II unterscheidet er: a) syngenetisch, b) epigenetisch, c) metagenetisch.

Stelzner legte seiner Vorlesung folgende Einteilung zugrunde:

I. protogene Lagerstätten:
- A. syngenetische:
  - eruptive,
  - sedimentäre;
- B. epigenetische:
  - hypostatische,
    1. Spaltenfüllung,
    2. Höhlenfüllung,
  - metasomatische (nach Art der Verdrängungspseudomorphose);

II. deuterogene Lagerstätten:
- A. metathetische,
- B. Seifen (mechanische Ablagerungen).

Beck (1900) unterscheidet:

I. primäre Lagerstätten:
- A. syngenetische,
  1. magmatische Ausscheidungen,
  2. Erze als Sedimentgesteine,
- B. epigenetische,
  1. Gänge,
  2. nichtgangförmige,
     - a) epigenetische Erzlager,
     - b) epigenetische Erzstöcke,
     - c) kontaktmetamorphe Lagerstätten,
     - d) erzhaltige Hohlraumausfüllungen;

II. sekundäre = Trümmerlagerstätten.

Bergeat (1904—1906):

I. protogene Lagerstätten:
1. eruptive (syngenetisch mit Eruptivgesteinen),
2. schichtige (syngenetisch mit Sedimentärgesteinen),
3. Erzgänge }
4. Höhlenfüllungen } epigenetisch;
5. metasomatische }

II. deuterogene Lagerstätten:
6. metathetische (eluviale Seifen),
7. alluviale (alluviale Seifen).

Unter die metasomatischen werden auch die Kontaktlagerstätten gestellt.

Endlich Beyschlag-Krusch-Vogt (1910):

I. magmatische Ausscheidungen,
II. Kontaktlagerstätten,
III. Gänge, unregelmäßige Hohlraumausfüllungen und metasomatische Lagerstätten,
IV. Erzlager.

Es wäre müßig, die einzelnen Systeme einer Kritik zu unterziehen. Einwendungen lassen sich gegen jede Systematik erheben. Und sicherlich ist dies auch möglich bei derjenigen Einteilung, die ich mir vorzuschlagen erlaube. Aber ich glaube, daß diese Einteilung der einfachen Vernunft ziemlich entsprechen wird, und weiterhin, daß sie sicherlich die Hauptmöglichkeiten umfassen wird.

Ich verfolge drei Gesichtspunkte. Erstens: der Gegensatz zwischen den an ihrem Bildungsorte befindlichen Lagerstätten und den durch Wasser translozierten Lagerstätten scheint mir so natürlich, daß ich die Hauptklassifikation in I. primäre, II. sekundäre = Seifenlagerstätten nicht vermissen möchte. Zweitens möchte ich als Haupteinteilungsprinzip der primären Erzlagerstätten die Entstehungsweise der Erze selbst vorschlagen. Da sich alle Erze, wie alle Mineralien überhaupt, aus Dampfform, aus Schmelzfluß oder aus wässeriger Lösung bilden, so möchte ich die primären Lagerstätten in pneumatogene, magmatogene und hydatogene unterscheiden. Und drittens möchte ich als Unterabteilungen die zeitlichen Beziehungen der Erze zum Nebengestein, d. h. die Gesichtspunkte der Syngenese und Epigenese in Anwendung bringen. So würde sich folgende Klassifikation ergeben:

I. primäre Lagerstätten:
- A. pneumatogene,
  1. syngenetische: Zinnerzvorkommen,
  2. epigenetische: Exhalationslagerstätten,
- B. magmatogene,
  1. syngenetische: magmatische Differentiationen,
  2. epigenetische: Injektions- = Intrusivlagerstätten,
- C. hydatogene,
  1. syngenetische: sedimentäre Erzlager,
  2. epigenetische:
     - metasomatische Lagerstätten,
     - Höhlenfüllungen,
     - Erzgänge;

II. sekundäre = Seifenlagerstätten.

Es seien zu den einzelnen Gruppen noch wenige Bemerkungen gestattet.

Als den Typus der pneumatogen-syngenetischen Lagerstätten betrachte ich die primären Zinnsteinvorkommen. Es ist bekannt, daß sie fast überall an sauere Eruptivgesteine geknüpft sind. Daß ihre Bildungsweise pneumatogen (pneumatolytisch) ist, kann nicht bezweifelt werden. Der Reichtum an Fluor- und Bormineralien weist unverkennbar hierauf hin. Die Frage ist nur, ob sie syngenetisch oder epigenetisch sind. Die Vorkommen sind entweder stockförmig (Zinnstockwerke) oder gangförmig. Ich halte beide Formen für syngenetisch. Ich glaube, daß die erzbildenden Dämpfe gleichzeitig mit dem Magma emporgestiegen sind, daß die Um-

setzungsprozesse noch im schmelzflüssigen Magma erfolgten, und daß der Absatz in den Spalten, die als Kontraktionsspalten aufzufassen sind, gleichzeitig mit der Spaltenbildung während der Verfestigung erfolgte.

Die pneumatogen-epigenetischen oder Exhalationslagerstätten entsprechen jener Gruppe, die man bisher als Kontaktlagerstätten bezeichnete. „Sie sind dadurch entstanden, daß bei Durchbruch eines Tiefengesteines durch ein reaktionsfähiges Nebengestein die von jenem ausgestoßenen Dämpfe mit dem Nebengestein in Wechselwirkung traten, so daß unter Verdrängung des letzteren eine Stoffzufuhr in dasselbe statthatte“ (Bergeat). Wir werden jedoch sehen, daß die Kontaktlagerstätten sich mit dieser Gruppe nicht erschöpfen, daß vielmehr die Exhalationslagerstätten nur einen Teil der Kontaktlagerstätten bilden.

Betrachten wir weiterhin die magmatogenen Lagerstätten, so sind magmatogen-syngenetisch die bekannten magmatischen Differentiationen, deren Kenntnis wir besonders Vogt verdanken. Sie zerfallen in 1. Ausscheidungen gediegener Metalle, 2. oxydische Ausscheidungen, 3. sulfidische Ausscheidungen.

Unter den letzteren nun führen Beyschlag-Krusch-Vogt (l. c. 1. p. 298) eine besondere Gruppe als intrusive Kieslagerstätten auf. Diese Vorkommen sind allerdings in bezug auf das durchbrechende Eruptivgestein syngenetisch, in bezug aber auf das durchbrochene Gestein, in welchem sie auftreten, sind sie als m a g m a t o g e n - e p i g e n e t i s c h zu bezeichnen, sie bilden die Gruppe der Injektions- oder Intrusivlagerstätten. Beyschlag-Krusch-Vogt bezeichnen als die wichtigsten hierher gehörigen Typen: die norwegischen Vorkommen (Röros-Sulitelma), die südspanischen Vorkommen (Huelva-Distrikt) und außerdem Bodenmais. Daß die südspanischen Vorkommen magmatogenen und nicht hydatogenen Ursprunges sein sollen, erscheint mir nach den Untersuchungen besonders von Ferd. Roemer und Klockmann als zweifelhaft. Wahrscheinlicher klingt die Intrusionstheorie schon nach den Ausführungen von Vogt, Brögger und Stutzer für die norwegischen Vorkommen. Völlig sicher aber scheint sie mir nach den Untersuchungen von Weinschenk für Bodenmais zu gelten. Als weiterhin hierhergehörig ist auch die Arsenkieslagerstätte von Reichenstein in Schlesien zu bezeichnen. In einer neueren Arbeit (dies. Centralbl. 1914. p. 592) rechnen Beutell und Heinze diese Lagerstätte zu den magmatischen. Das ist insofern richtig, als das Muttergestein des Serpentins der Erzbringer war (mit den dortigen Graniten hat die Erzführung nichts zu tun). Ich glaube aber, daß auch eine Injektion von erzhaltigem Material in die benachbarten dolomitischen Kalke stattfand, und insofern ist auch Reichenstein zu den Injektionslagerstätten zu zählen.

Die Injektionslagerstätten bilden nun zusammen mit den Ex-

halationslagerstätten die Kontaktlagerstätten. Ich glaube deshalb, daß diese nicht als einheitliche Gruppe aufzustellen sind, sondern daß die eben geschilderte Zergliederung unumgänglich notwendig ist. Daß von den Kontaktlagerstätten die kontaktmetamorphen, d. h. die durch Eruptivgesteine nicht gebildeten, sondern nur veränderten Vorkommen scharf geschieden werden müssen, ist selbstverständlich; ich glaube aber die kontaktmetamorphen Lagerstätten ebensowenig als besondere Gruppe ansprechen zu müssen, wie die dynamometamorph veränderten, die metathetischen und die Hutbildungen.

Zum Schlusse noch wenige Worte über die hydatogenen Lagerstätten. Die Einteilung in syngenetische Lager einerseits und in epigenetische metasomatische Verdrängungen, Höhlenfüllungen und Gänge andererseits erscheint so natürlich, daß jedes weitere Wort hierüber überflüssig wäre. Die Hauptschwierigkeit liegt in der Abgrenzung der sedimentären Lager gegen die metasomatischen Verdrängungen. Es wird die Aufgabe peinlichster Forschung sein bei jedem einzelnen Vorkommen zu untersuchen, ob es syngenetisch oder epigenetisch, oder aber, wie z. B. bei den oberschlesischen Erzlagerstätten, primär syngenetisch und sekundär epigenetisch ist. Ich selbst bin geneigt, die Gruppe der syngenetischen Vorkommen zu erweitern; ich glaube, daß man gegenwärtig die Gruppe der metasomatischen Verdrängungen zuungunsten der sedimentären Erzlager zu stark vergrößert. Eine weitere Frage bildet bei den epigenetischen Vorkommen die Herkunft der erzhaltigen Lösungen. Daß man in dieser Hinsicht gegenwärtig die Aszensionstheorie in einseitiger Weise in den Vordergrund stellt, habe ich an anderer Stelle (dies. Centralbl. 1914. p. 653) zu beweisen versucht.

Breslau, Min. Univ.-Inst., Anfang Dezember 1914.

Beiträge zur Geologie des Sabinergebirges.

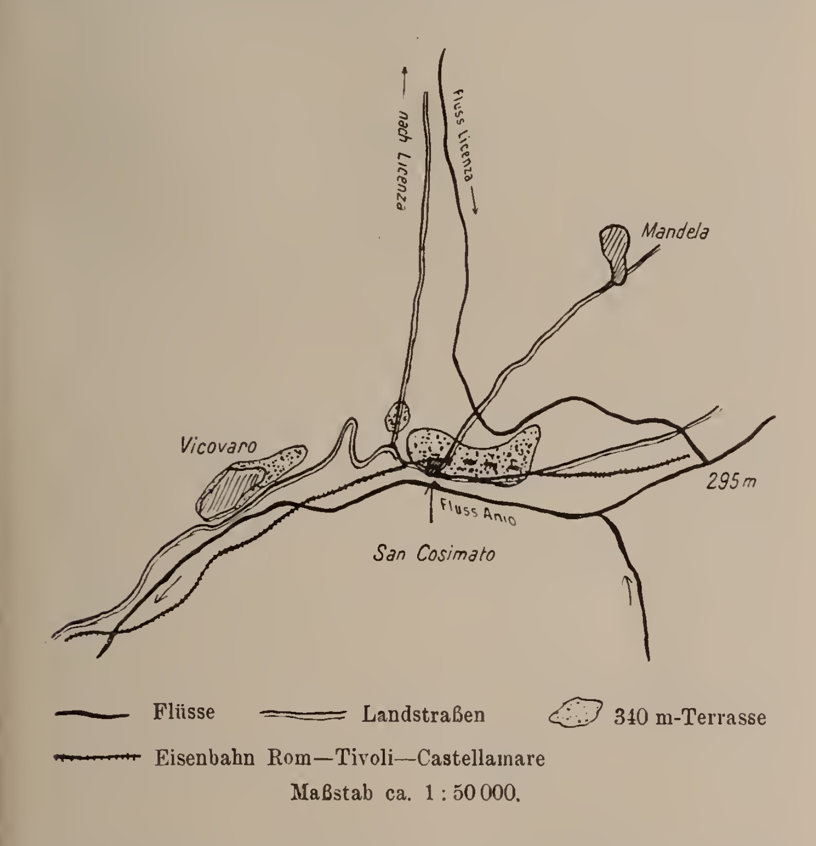
Von **E. Wepfer.**

Mit 1 Kartenskizze ca. 1 : 50000 im Text

II. Das Aniotal oberhalb Tivoli und seine geologische Geschichte bis zur Gegenwart.

Im Frühjahr 1911 verweilte ich mehrere Wochen im Sabiner Gebirge; von den verschiedenen geologischen Problemen, die sich dort allenthalben bieten, lockte mich kaum eines so, wie die Frage nach der Gliederung der zahlreichen verschiedenartigen Ablagerungen im Aniotal, der Schotter, der Pozzolana, der Travertine. Es ist mir, unter möglichster Berücksichtigung aller Faktoren, gelungen, ein Bild von der Geschichte des Aniotales seit seiner

Entstehung zu entwerfen, das ich im folgenden mitteile. — Naturgemäß müssen dabei zuerst die verschiedenen Ablagerungen beschrieben werden. Auf der geologischen Karte 1 : 100 000 (Blatt Palombara-Sabina) sind bei Mandela, etwa am Zusammenfluß der Licenza mit dem Anio (s. die Kartenskizze) mit gelber Farbe kalkige Konglomerate eingezeichnet, die unter Vorbehalt zum unteren Pliocän gestellt wurden; dieses Gestein besteht



Maßstab ca. 1 : 50 000.

in der Hauptsache aus Konglomeraten mit vereinzelten kalkigen Sandsteinbänken. Schon DE ANGELIS D'OSSAT[1] hat erkannt, daß es sich dabei um Quartär handle, und zwar um älteres, da ihm vulkanische Bestandteile fehlen. Indessen sind die dünnen kalkigen Sandsteinbänke, die er aus ihrem oberen Teil erwähnt, auch weiterhin im Quartär des Aniotales verbreitet; und somit kann ich keinen Grund finden, diese Geröllmassen von Mandela zu trennen von denjenigen „breccia"-

[1] L'alta valle dell' Aniene. Mem. Soc. geogr. Ital. 7. 1897.

Massen, die in großer Verbreitung und erheblicher Mächtigkeit besonders im Aniotal auftreten; weder hier noch bei Mandela haben sich je ausschlaggebende Tierreste gefunden. Unter „breccia“ versteht man dort vorwiegend feste Kalkgeröllmassen, die oft charakteristische Nagelfluhfelsen bilden und die — wie bereits angedeutet — ausschließlich den Talgebieten angehörend, junge, etwa diluviale Bildungen darstellen. Zudem ist die Lagerung dieser „breccia“ eine so gestörte, daß sich mit ihr auch die verhältnismäßig hohe Lage bei Mandela ohne weiteres in Einklang bringen läßt.

Doch zunächst ist es notwendig, das gesamte Diluvium des Aniotales seiner Zusammensetzung nach kennen zu lernen. An das bekannte Auftreten von vulkanischen Gesteinen, besonders der Pozzolana an zahlreichen Stellen, und ferner an das Vorkommen von Travertinen knüpft sich der alte Streit um die Altersverhältnisse dieser verschiedenartigen Bildungen, und ferner der noch wichtigere Streit um die Entstehung derselben. Die überwiegende Menge des Diluviums wird indes hier gebildet von Geröllmassen, die man leicht nach ihrem Alter zweiteilen kann.

Die ältere Abteilung besteht aus großenteils gänzlich verfestigten Nagelfluhmassen mit kalkigsandigem Bindemittel; sie trägt den Charakter etwa der Molassenagelfluh, ist aber durchweg hell gefärbt, und was ich an Geröllen darinnen gesehen habe, gehört wohl dem Eocän und dem Mesozoicum an. Andere als kalkige Gerölle habe ich nicht gefunden, vor allem aber fehlen vulkanische Bestandteile gänzlich. Das Gestein ist meist außerordentlich fest und dient z. T. als Material für Mauerwerk. Zwischengelagert finden sich z. B. an der Landstraße ca. 3 km von Vicovaro talabwärts, ferner bei Mandela (s. p. 83) teils grob-, teils feinkörnigere Lagen von sehr hartem Sandstein mit kalkigem Bindemittel, z. T. auch an ersterer Lokalität weicher Sand, in dem ich Bruchstücke von Landschnecken *(Helix)* fand, ferner aber auch mergelige Schichten. Als weitere, sehr auffallende Einschaltungen finden sich am Quarto del Piano ein bis drei ca. 20—30 cm mächtige Lagen von sehr feinen weißen, 8—10 cm dicken Kalkplatten, die man auch am Eisenbahneinschnitt westlich der Station Castelmadama beobachten kann. In allen diesen besprochenen Ablagerungen konnte ich keine vulkanischen Bestandteile eingelagert finden. Es stimmt dies mit den Beobachtungen von de Angelis d'Ossat für das Diluvium von Mandela überein (s. p. 83).

Dieser „breccia“ ein höheres Alter zuzuweisen als einer großen Menge weiterer Kiese, Sande und Travertine, dazu bestimmte mich neben dem Fehlen vulkanischer Bestandteile auch ihre Lagerung. Schon bei der Station Castelmadama

liegt die breccia nicht mehr horizontal; ihr Einfallen, deutlich an den erwähnten Kalklagen zu kontrollieren, beträgt bis zu 10° und wechselt hier sehr rasch. Noch deutlicher ist das Einfallen am Bahneinschnitt westlich von Station Castelmadama zu sehen, es beträgt hier bis zu 20° nach Westen. Schlüsse aus einer derartigen Lagerung einer Kiesformation dürfen aber erst nach einer Erörterung ihrer Entstehungsweise gezogen werden; es kommt mit anderen Worten darauf an, ob eine solche Lagerung nicht auch eine ursprüngliche sein kann. Für die Entscheidung der Frage, ob wir es hier mit den Ablagerungen eines alten Flusses oder eines Sees zu tun haben, wird die Erkenntnis maßgebend sein, ob den genannten Kalkschichten eine größere oder geringere Verbreitung zukommt. Soweit ich diese beobachten konnte, blieb ihre Mächtigkeit recht konstant, aber im Hinblick auf den sonstigen fluviatilen Charakter, auf die ganze Art des Auftretens dieser Ablagerungen, und mit Rücksicht auf die immerhin örtlich beschränkten Aufschlüsse glaube ich sie auch innerhalb des Rahmens einer Flußablagerung genügend erklären zu können. Wenn man den großen Reichtum jener Flußsysteme an kohlensaurem Kalk in Betracht zieht, so erscheint der Niederschlag von Kalkbänken innerhalb breiterer toter Flußarme durchaus möglich. Mag es auch in jenem altdiluvialen Aniotal einmal zur Seenbildung gekommen sein, der Charakter der gesamten älteren Geröllablagerungen, ihr Auftreten in — wenn auch nachträglich stark entstellten — Terrassen fast ausschließlich hoch über dem rechten Flußufer zeigt eine deutliche Übereinstimmung mit dem Auftreten alter Flußschotter überhaupt, in die sich der Fluß späterhin stärker eingenagt hat. Derartige Flußschotter lagern sich im großen ganzen ziemlich eben ab, ihr Gefäll entspricht ungefähr demjenigen des Flusses, der sie ablagert. Somit muß die erwähnte Steilstellung eine nachträgliche sein; sie beweist einerseits das verhältnismäßig hohe Alter gegenüber den jüngeren Geröll- und Travertinmassen, und erklärt andererseits die verschiedene Höhenlage dieser älteren Gebilde: sie liegen auf Quarto del Piano ca. 325 m hoch, nur 7 km talaufwärts bei Mandela hingegen auf 450 m. Ob diese älteren Terrassenreste noch dem jüngsten Tertiär, ob dem Diluvium zuzurechnen sind, möchte ich nicht entscheiden; einwandfreie beweisende Wirbeltierfunde sind mir nicht bekannt.

Die vulkanischen Tuffe.

In ihrem Alter stehen zwischen diesen besprochenen älteren und den jüngeren Schottern die vulkanischen Tuffe. Sie fallen meist schon dem Nicht-Geologen auf; auch wenn nicht durch z. T. riesenhafte, schon im Altertum betriebene Steinbrüche (cave

di Pozzolana) das Auge auf sie gelenkt wird, so verrät sie schon die veränderte Vegetation. Die braunschwarzen, violettgetönten, großen Anbrüche des vulkanischen Materials bieten im Verein mit den gelben Blüten der Ginsterbüsche, die am Rand und überall an den nicht abgebauten Stellen sich ansiedeln, ein überraschend schönes Landschaftsbild. In der Geländeform treten die Tuffe nicht überall gleich hervor; wenn sie, wie z. B. nordöstlich der Station Castelmadama eine deutliche Erhebung aus der Talaue heraus bilden, so schmiegen sie sich in anderen Fällen dem Abfall der Berge gegen das Tal in einer mehr oder weniger sichtbaren Terrasse an, so das große Vorkommen ca. 700 m nordöstlich der erwähnten Station, ferner dasjenige neben der Station Vicovaro. Am Kloster San Cosimato aber liegen die Tuffe vollkommen unter den Ablagerungen der dortigen höheren Terrasse verdeckt.

Über die Entstehung dieser Tuffe ist an anderer Stelle berichtet worden [1].

Die jüngeren Schotter.

Mögen auch in den älteren Schottern Travertine mit vorkommen, ihre Hauptmasse ist jüngeren Datums und verquickt sich z. T. eng mit denjenigen Gebilden des Diluviums (bezw. Alluviums), die noch heute meist deutlich ausgeprägte Terrassen in einiger Höhe über den heutigen Flußbetten bilden. Auch hier sind es großenteils Schottermassen, untergeordnet Sande, die selten so fest verkittet sind wie die älteren; öfters sind es lockere feine Kiese oder gröbere Schotter, dazu treten gelbliche tonige Sande, vereinzelte Lehmlagen, dunkelgraue mergelige Schnüre und Lagen mit vulkanischem Material, vor allem aber Travertine. Das vulkanische Material ist es, das eine Unterscheidung von den z. T. sehr ähnlichen älteren Schottern möglich macht; die älteren Schotter führen niemals vulkanische Bestandteile. All diese Ablagerungen liegen teils auf der älteren Breccia, teils auch direkt auf eocänen Schichten auf, so z. B. an der alten Straße von Vicovaro nach San Cosimato, wo sie mit groben Schottern, Kiesen und Sandlagen beginnen. Ganz in der Nähe dagegen, östlich vom Kloster, lagern sie direkt auf vulkanischen Tuffen. Ein gutes Profil durch diese Schichtenfolge bietet die Licenza kurz vor ihrer Einmündung in den Anio; sie hat sich hier in die Terrasse Campo di San Cosimato eingesägt und deren Ablagerungen entblößt. Zu unterst am Wasser beobachtet man dunkelgraue mergelige Lagen und grobe Schotter mit wenigen vulkanischen Komponenten, darin liegen

[1] Wepfer, Beiträge zur Geologie des Sabinergebirges. I. Die Entstehung der Pozzolana im Aniotal. Dies. Centralbl. 1915. p. 17—23.

einzelne Schalen der Süßwassermuschel *Pisidium*; darüber folgen 20—25 m mächtig tonige und kalkige Sande mit zahlreichen Zwischenlagerungen von lockerem Travertin. Auch die Landstraße vom Kloster San Cosimato nach Osten durchschneidet diese Massen: hier fällt vor allem eine nur wenige Zentimeter dicke Lage von schwärzlich gefärbtem lockerem Travertin auf, der ganz durchsetzt ist von Pflanzenabdrücken. Der regelmäßige horizontale Verlauf der Schichten legt mehr denn je den Gedanken an Entstehung in einem Seebecken nahe; diese Auffassung findet sich auch überwiegend in der italienischen Literatur. Vicovaro selbst liegt auf einer ähnlichen Terrasse, deren Oberfläche zum Teil, besonders an der Nordwestseite des Städtchens durch eine äußerst hart verkittete Geröllage gebildet wird, unter der eine Lage dunkelgrauen vulkanischen Sandes hervorschaut. Weiter hinten finden sich etwa 1 km westlich von Vicovaro an der Landstraße Kiese und Sande mit vulkanischen Bestandteilen, die somit gleichfalls der jüngeren Abteilung des Diluviums angehören.

Um den Zusammenhang dieser Ablagerungen zu überblicken, müssen wir jedoch erst unser Augenmerk auf die Travertine richten. Schon Pellati[1] unterscheidet zwei Arten Travertine: 1. den älteren, zu Baustein verwendeten, 2. den jüngeren, z. T. jetzt noch entstehenden. Der erstere tritt besonders in weit ausgedehnten Mengen, gut gebankt, schon im Altertum als vorzüglicher Baustein geschätzt und auch jetzt noch in zahlreichen Steinbrüchen ausgebeutet, in der Campagna auf, nahe dem Bergrand, z. B. unterhalb Tivoli; er ist wohl zur Diluvialzeit aus einem größeren Wasserbecken, das der Anio nährte, abgesetzt. Zu den jüngeren Travertinen indessen gehören — jedenfalls zum Teil — die Kalksinter von Tivoli selbst, und ferner diejenigen von Vicovaro und Umgebung. Innerhalb dieser jüngeren Travertine kann man bei Vicovaro deutlich unterscheiden zwischen solchen, die in einem Seebecken oder auch fließendem Wasser — etwa wie die durch die Licenza unterhalb des Campo di San Cosimato angeschnittenen — entstanden sind, und zwischen solchen, die als mehr oder weniger senkrecht angeordnete Überkrustungen auftreten und den Absturz unterhalb dem Kloster San Cosimato gegen den Anio zu bilden. Alle diese jüngeren Travertine sind, wie schon Pellati bemerkt, bedeutend weniger dicht als die älteren, es sind losere, porösere Massen, die sich nur zu leichterem Bauwerk eignen.

Betrachten wir nochmals die bisher hier als jüngeres Diluvium bezeichneten Ablagerungen; an ihrem Aufbau beteiligen sich überwiegend diese jüngeren Travertine. Besonders deutlich

[1] I Travertini della Camp. Romana. Boll. Soc. Geol. 13. 1882.

liegen die Verhältnisse am Campo di San Cosimato; zwei ebene Terrassen, die eine 340, die andere östliche 325 m über dem Meer gelegen, treten im Landschaftsbild deutlich hervor. Die höhere erstreckt sich westlich und östlich bis nordöstlich vom Kloster San Cosimato, tritt als Fläche, auf der die Kirche Santa Maria östlich Vicovaro steht, deutlich hervor und wird in einem weiteren Rest von der Straße ins Licenzatal, etwa 1 km nordöstlich von Vicovaro angeschnitten. Die niedrigere Terrasse von 325 m Meereshöhe begreift die östliche Hälfte des Campo di San Cosimato, ist in einem kleinen Rest auf der gegenüberliegenden Seite der Licenza gegen Mandela zu erhalten und entspricht wohl auch der Höhe, auf der Vicovaro steht. Gebildet werden diese Terrassen von San Cosimato aus Material, das im Schwemmgebiet eines einst so hoch liegenden Flusses abgelagert wurde. Damals müssen die beiden, zwei aufeinanderfolgende Stadien der damaligen Wasserhöhe bezeichnenden Terrassen größere Verbreitung gehabt haben. Der Fluß, der sie gebildet hat, vertiefte später sein Bett und somit mußten sie zum großen Teil der Erosion durch den Anio und dessen Nebenflüsse anheimfallen.

Wenn man an dem Steilabfall des Campo di San Cosimato gegen den Anio zu, der hier in tiefer, enger Schlucht fließt, entlang geht, so finden sich hier nirgends Kieslagen; die zum Teil senkrecht abfallenden Wände bestehen aus völlig ungeschichtetem Travertin, dessen vorhangähnliche Übersinterungen vielfach deutlich die einstige Überkrustung von Pflanzen verraten, genau so, wie man dies jetzt noch an den Wasserfällen von Tivoli beobachtet. Dieser Travertin muß also eine dementsprechende Entstehung gehabt haben, im Gegensatz zu den geschichteten Lagen an der Licenza (s. p. 86); unter dem Kloster selbst zeigt sich immer dasselbe Bild eines „versteinerten Wasserfalls“. Ob man der alten Via Valeria von San Cosimato nach Vicovaro folgt, oder ob man hinunter zur Mühle bei der Brücke und beim alten Aquädukt unterhalb des Klosters am Anio selbst geht, stets tritt bei geeigneten Aufschlüssen der Travertin hervor, und genau so ist er durch die Landstraße südlich unterhalb Vicovaro entlang stets angeschnitten. Wie weit die Trennung zwischen geschichteten und diesen „übergegossenen“ Travertinen sich durchführen läßt, ist eine schwierige Frage, jedoch ist sie für das Verständnis des ganzen Aufbaues der weit verbreiteten Terrassen von untergeordneter Bedeutung. Diese Terrassen liegen an dem Zusammenfluß zweier bedeutender Wasseradern: des Anio und der Licenza. In dem ganzen Aniotal oberhalb ihres Zusammenflusses konnte ich bis über die Station Cineto Romano hinaus nirgends Reste älterer höher liegender Terrassen finden, die etwa denen von San Cosimato entsprechen

würden. — Zwei auffallende Tatsachen treten ferner bei der Betrachtung des Licenzatales hervor: erstens das Nord—Süd verlaufende Licenzatal liegt als solches bedeutend höher als das Aniotal; unterhalb des Ortes Licenza fließt der Fluß auf 400 m Meereshöhe, 5 km abwärts befindet sich sein Spiegel noch auf 325 m; verlängert man den fast schnurgeraden Flußlauf noch um 1250 m nach Süden, so gelangt man zum Flußbett des Anio, das hier auf 275 m über Meer liegt; eine Meereshöhe von 325 m aber erreicht das heutige Aniotal erst ca. 10 km oberhalb, und eine solche, die der höheren Terrasse von San Cosimato entsprechen würde, nämlich 340 m, erst noch weitere 5 km flußaufwärts. Auf der Breite von Anticoli Corrado, wo 325 m erreicht werden, weitet sich das Aniotal sehr stark aus und erreicht auf über 2 km Erstreckung eine Breite von $1\frac{1}{2}$ km. — Wenn demnach die verhältnismäßig jungen Terrassen von San Cosimato vom Anio aufgeschüttet worden wären, so müßte dieser Fluß seither eine ganz erstaunliche Erosionsarbeit vollführt haben, indem er insbesondere das breite Talbecken bei Anticoli Corrado erst nach Ablagerung jener Terrassen sich geschaffen hätte. Vor allem müßte man dann erwarten, oberhalb von San Cosimato im Aniotal Reste dieser Terrassen zu finden; und höchst auffallend wäre von diesem Gesichtspunkte aus das Fehlen jeglichen Travertins auf der rechten Talseite des Anio angesichts der gewaltigen Massen bei San Cosimato und Vicovaro.

Die zweite Merkwürdigkeit im Verlauf des Licenzatales liegt in der auffallenden widersinnigen Krümmung ihres letzten Stückes gegen Osten vor ihrer Einmündung in den Anio. Knapp $1\frac{1}{2}$ km nördlich der zusammenhängenden 340 m-Terrasse von San Cosimato erreicht die Talaue der Licenza deren Höhe, und das verbindende Stück zwischen beiden bildet der Rest der 340 m-Terrasse an der Landstraße Vicovaro—Licenza, der 650 m von dem Campo di San Cosimato und etwas über 1 km von derjenigen Stelle der Talaue entfernt ist, die 340 m Meereshöhe hat. Hier im Licenzatal liegt demnach die ursprüngliche Fortsetzung der Terrassen von San Cosimato, und die merkwürdige Umbiegung der Licenza kurz vor ihrem Zusammenfluß mit dem Anio ist durch nachträgliches Einschneiden jenes Flusses in seine eigenen Ablagerungen bedingt. Nicht der Anio, sondern die Licenza hat die mächtigen Terrassen aufgeschüttet, hat die Travertine, auf denen San Cosimato und Vicovaro zum Teil stehen, abgelagert; daß das Wasser dieses Talzuges reich an Kalk ist, erhellt schon aus den Travertinmassen, durch welche die Fassung der (unterhalb des Ortes Licenza bei der Villa des Horaz gelegenen) „Fons Bandusiae“ gänzlich übersintert ist. Wir gelangen so zu der Vorstellung, daß das Wasser aus dem hochgelegenen Tal der Licenza in Wasser-

fällen über die Felsen von San Cosimato usw. in das ca. 60 m tiefer gelegene Aniotal hinuntergestürzt ist. Schon damals floß vielleicht ein kleiner Bach in demjenigen Tal, das heute die Licenza zu ihrem Austritt in das Aniotal benutzt, und je weiter er durch rückschneidende Erosion sich einschnitt, um so gefährlicher mußte er den Wasserfällen der Licenza werden, bis er schließlich das Bett der Licenza anzapfte und somit die Wasserfälle zum Versiegen brachte. Jedoch findet auch die Annahme Analoga, daß die Licenza selbst durch fortwährenden Kalksinterabsatz sich ihr eigenes Bett verstopft und sich selbst einen neuen Abfluß geschaffen hat. Jene einstigen Wasserfälle waren es, die die vollkommene Überkrustung der Abstürze von San Cosimato herbeiführten, indem sie bald hierhin, bald dorthin sich verschiebend „Vorhang“ auf „Vorhang“ aus Travertin ausbauten, und so jenen entzückenden grottenartigen Aufbau der Felspartien hervorbrachten. — Genau wie bei Tivoli jetzt stürzte hier einst das Wasser aus einem hochgelegenen Tal in die Tiefe, wir haben eine vollkommene „fossile“ Parallele zu den heutigen Wasserfällen von Tivoli.

Talgeschichte des Anio.

Wollen wir die Geschichte eines Flußsystems ganz begreifen, so müssen wir letzten Ursprungs doch auf diejenigen Vorgänge zurückgreifen, die dem Fluß ungefähr seine heutige Richtung vorgezeichnet haben, die ihn überhaupt erst haben entstehen lassen; es ist dies die Bildung des Gebirges überhaupt. Aus der Tatsache, daß miocäne Schichten noch mitgefaltet, an der Gebirgsbildung teilgenommen haben, ergibt sich für diese ein miocänes bis pliocänes Alter. Daß schon damals Täler entstanden sind, ist selbstverständlich, und wo sollten wir sie suchen, wenn nicht in den auch heute noch deutlich hervortretenden Talzügen? Demnach muß das Aniotal schon recht alt, wohl pliocän sein; später, als das Gefäll jenes Tales mehr ausgeglichen war, ist es dann erst von den älteren Schottern erfüllt worden. Und zwar muß man annehmen, daß das Wasser jenes alten Anio im Westen irgendwo gestaut worden ist, oder daß das Land sich damals langsam senkte, sonst wäre die mächtige Aufschüttung nicht zu begreifen. — Die Lage der pliocänen Meeresbildungen von Rom über dem jetzigen Meeresspiegel zeigt, daß zum mindesten noch im jüngeren Pliocän Gebirgsbildung bezw. Hebung des Landes stattgefunden hat; pliocäne Strandbildungen erstrecken sich vom Meere her bis an den Steilabfall des Gebirges gegen die Campagna.

Die älteren Schotter des Aniotales sind aber gleichfalls noch von Bewegungen betroffen worden, das zeigen ihre z. T. ziemlich schiefstehenden Schichten; und daß diese Bewegungen be-

sonders in einer ungleichförmigen Hebung des ganzen Landes bestanden haben, die, je weiter man einwärts ins Gebirge vorrückt, desto stärker wurden, das beweist die stark zunehmende Höhenlage dieser Schotter im Aniotal, das beweist ferner ihr starkes Einfallen bei Station Castelmadama (s. o.). Ob wir nun diese Schotter noch für Pliocän und gleichalterig mit den marinen Ablagerungen der Campagna, oder bereits für Diluvium halten, das ist grundsätzlich ohne Bedeutung und läßt sich ohne Wirbeltierfunde in diesen Schottern wohl nicht entscheiden. Da das obere Pliocän von Rom, ebensowenig wie unsere älteren Schotter, keinerlei vulkanische Bestandteile führt, so stünde von dieser Seite einer Gleichaltrigkeit beider nichts im Wege, wiewohl sie natürlich dadurch keineswegs erwiesen ist. Indessen muß in diesem Zusammenhang betont werden, daß das pliocäne Alter der Sande des Mte. Mario nicht mehr allgemein anerkannt wird, sondern daß sie von manchen ins Postpliocän gestellt werden.

Diese ungleichförmige Hebung des Landes war es jedenfalls, die das Gefäll des Anio erhöhte, und die den Fluß daher zwang, tiefer in sein eigenes schottererfülltes Flußbett sich einzuschneiden, seine eigenen eben abgelagerten Schotter z. T. wieder auszuräumen und wiederum tiefer in dem alten, schon existierenden Tal hinzufließen. In diese Zeit der Gebirgsbildung fallen auch die vulkanischen Erscheinungen im Aniotal, die sich an die alte, vielleicht tektonisch vorgezeichnete Linie des Aniotales hielten[1]; nicht ganz außer dem Bereich der Möglichkeiten scheint mir zu liegen, daß das rasch sich ändernde Einfallen der älteren Schotter bei Quarto del Piano veranlaßt ist durch die verhältnismäßig große Pozzolana-Eruption, die knapp 1 km oberhalb der Station Castelmadama jene gewaltige Anhäufung vulkanischen Materials erzeugt hat. Von jener Zeit der Gebirgsbildung her datiert bereits die Möglichkeit für den Fluß, jüngere Schotter mit vulkanischem Material vermischt abzulagern; von da ab wurde denn auch das heutige Landschaftsbild ausgearbeitet. Damals lagerten sich auch die aus vulkanischem Material gebildeten Terrassen im unteren Anio- und Empiglionetal oberhalb Tivoli ab, in die dann schließlich — wohl infolge einer weiteren Hebung des Landes — der Anio sich neuerdings wieder einschnitt; damals entstanden wohl auch erst die Bedingungen für das Zustandekommen des einstigen Licenzawasserfalles. Die Wasserfälle von Tivoli mögen leicht älter sein, das läßt sich im Rahmen dieser Betrachtungen nicht entscheiden; für diejenigen von San Cosimato fehlt jeder Hinweis auf ein höheres Alter.

In letzter Linie ist die Schwelle, über die die Wasserfälle

[1] s. Die Entstehung der Pozzolana etc. Dies. Centralbl. 1915. p. 17–23.

von Tivoli stürzen, wohl verursacht durch den Zug mesozoischer Gesteine, mit denen das Gebirge gegen die Campagna abstürzt. Was bei der Licenza die erste Veranlassung zur Bildung eines Wasserfalles war, ist schwer zu sagen; vielleicht staute eine Schwelle eocäner Gesteine die Licenza so, daß sich ihr ganzer Tallauf in größerer Meereshöhe halten konnte, vielleicht waren es die widerstandsfähigen Breccia-Massen des älteren Diluviums, vielleicht darf man in diesem Zusammenhange die Pozzolana nennen, die gewissermaßen einen Kern in den Ablagerungen des Campo di San Cosimato bildet. In ihrem Schutz konnten sich Schotter, Sande des Flusses ablagern, ja jene Schwelle konnte schließlich einen See abstauen, in dessen Grund sich Travertinschichten niederschlugen, wie sie die Licenza heute nahe ihrer Mündung bloßlegt. Irgendwo aber mußte das Wasser überfließen, und ist einmal so der Anfang zu einem Wasserfall gebildet, so kann sich ein derart kalkreicher Fluß sein Bett durch Absatz von Travertin fortgesetzt selbst erhöhen, das Ende seines Tales, über das er im Wasserfall hinunterstürzt, wird mehr und mehr vorgeschoben durch beständigen Neuabsatz von Travertin, und ein anfänglich steiler Abfluß in ein tieferes Tal mag sich so allmählich zu einem regelrechten Wasserfall vorbauen. Infolge des reichlichen Absatzes war das Wasser wohl öfters gezwungen, seinen Weg zu verlegen, und so erklärt sich die scheinbar so breite mächtige Front jenes einstigen Wasserfalles, die sich von Vicovaro bis oberhalb von San Cosimato in einer Breite von über $2\frac{1}{2}$ km hinzieht. Wann der Wasserfall endgültig versiegt ist, ist schwer zu sagen; es ist wohl nicht ausgeschlossen, daß irgendwo auf dieser breiten Front noch in historischer Zeit ein Licenza-Wasserfall bestanden hat: die steil abfallenden Gehänge jenes Tälchens, durch das die Licenza zu ihrem Umweg nach dem Osten gezwungen wird, um in den Anio zu gelangen, zeugen deutlich von dem jugendlichen Alter jener Erosionsarbeit.

Inzwischen hat Erosion noch weiter an der Zerstückelung jener einst zusammenhängenden Terrassen gearbeitet, sie hat die einstigen Schwellen, die die erste Veranlassung zum alten Wasserfall bildeten, wohl z. T. entfernt, und so das Bild besonders bei der Einmündung der Licenza unübersichtlich gestaltet. Inzwischen hat sich auch der Anio noch tiefer in die Schlucht südlich von San Cosimato eingenagt und gefährdet fortgesetzt den steilen Travertinabsturz zu seiner Rechten. Dort ist alles in Bewegung, ein Teil des Klosters ist einst abgestürzt, die römischen Aquädukte, die in den Travertinen eingehauen sind, machen die sonderbarsten Windungen, offenbar um den öfter entstandenen Spalten und der Absturzgefahr zu entgehen.

In diesem Travertin sind zahlreiche Höhlen, z. T. mit Tropfsteinen, und seine leichte Bearbeitbarkeit hat es mit sich gebracht, daß sich längs der alten Via Valeria zahlreiche Gelasse darin befinden, die heute großenteils als Schweineställe dienen; ob diese künstlichen Höhlen ein größeres Alter besitzen, ob sie einst anderen Zwecken, vielleicht als Wohnräume gedient haben, läßt sich schwer entscheiden. Jedenfalls befinden sich am Steilabsturz vom Kloster San Cosimato gegen den Anio Gräber, die z. T. durch die römischen Aquädukte angeschnitten sind. Leider würde sich eine Untersuchung dieser hochinteressanten Funde, die Herr Professor Ege in Vicovaro gemacht hat, an den z. T. senkrechten, z. T. dicht bebuschten Hängen schwierig gestalten; schon de Rossi und Ponzi [1] sprechen von jung-steinzeitlichen Gräbern auf dem Campo di San Cosimato, und so kann man sich der Hoffnung nicht verschließen, daß eine systematische Untersuchung jener alten Höhlen und Gräber sehr bedeutsame Ergebnisse zutage fördern müßte.

Schluß.

Daß die Apenninenhalbinsel in verhältnismäßig junger Zeit noch Hebungen erlebt hat, das zeigen ganz deutlich die z. T. vorzüglich erhaltenen, fast überall mehr oder weniger sichtbaren alten Strandlinien und -terrassen über dem Niveau des jetzigen Meeres, das zeigt in besonders überraschender Deutlichkeit der stufenförmige Aufbau etwa der ganzen calabrischen Küste. — Die schmale Apenninenhalbinsel ist besonders günstig für Beobachtungen über die jüngsten Bewegungen wegen der stetigen Nähe des Meeres, aus dem nacheinander die Absätze der verschiedenen Zeitalter hervortauchen; und auch die Täler, die direkt ins Meer münden, spiegeln daher in der Lagerungsart ihrer Schotter jene verschiedenen Bewegungsphasen deutlich wieder. —

Und wenn es einmal gelingen sollte, die Ablagerungen der Flußtäler im einzelnen genau mit den Abteilungen des marinen Pliocäns der Campagna im Alter zu parallelisieren, so wäre auch damit eine ganz genaue zeitliche Feststellung der einzelnen Hebungs- und Stillstands- bezw. Senkungsphasen gegeben.

[1] Rapporto sugli studi e sulle scoperte paleont. nel Bacino della Campagna Romana. Ann. del Ist. di corresp. archeolog. 1867.

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. 1. Lieferung und 3. 1. Lieferung. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff 1913, je mit 160 p., nebst vielen Abbildungen, Tabellen, Diagrammen und einer Tafel.

Nach längerer Pause sind die beiden genannten Lieferungen jetzt gleichzeitig erschienen. Die erste Lieferung des zweiten Bandes enthält: F. Becke: Über den Zusammenhang der physikalischen, besonders der optischen Eigenschaften mit der Zusammensetzung der Silikate. J. Königsberger: Paragenesis der natürlichen Kieselsäuremineralien. C. Doelter: Konstitution der Silikate. M. Dittrich: Analysenmethoden von Quarz, Chalcedon und Opal. C. Doelter: Siliciumdioxyd ($Si O_2$). C. Doelter: Quarz. M. Herschkowitsch: Chemisch-technisches über Quarzglas. In der ersten Lieferung von Band III findet man folgende Abschnitte: C. Doelter: Allgemeines über das Vorkommen der Elemente Ti, Zr, Sn und Th. K. Peters: Die Analysenmethoden zur Bestimmung und Trennung der Titansäure. C. Doelter: Titandioxyd. C. Doelter: Rutil. G. d'Achiardi: Strüverit. M. Henglein: Anatas, Brookit und Pseudobrookit. C. Doelter: Titansesquioxyd. F. Zambonini: Titanate und Silicotitanate. K. Peters: Analysenmethoden zur Bestimmung und Trennung des Niobs und Tantals. F. Zambonini und G. Prior: Silicotitaniobate. R. Pribram: Germanium. K. Peters: Analysenmethoden zur Bestimmung und Trennung des Zirkonoxyds. C. Doelter: Zirkonoxyd und Zirkon. R. Manzelius: Analysenmethoden für Låvenit, Eudialyt, Johnstrupit, Katapleit. F. Zambonini: Silikozirkoniate. **Max Bauer.**

Alfred Till: Mineralogisches Praktikum. Anleitung zur Bestimmung der wichtigsten gesteinsbildenden und nutzbaren Mineralien. Wien 1913 bei Schworella und Heik. 94 p.

Das kleine Buch ist dazu bestimmt, als Leitfaden bei mineralogischen Übungen zu dienen, ohne Anwendung der eigentlich mineralogischen Methoden, z. B. mit Lötrohr und Mikroskop. Berücksichtigt sind nur die verbreitetsten, sowie die technologisch, montanistisch oder pedologisch wichtigsten Spezies, von denen wieder die an erster Stelle stehenden durch fetten Druck hervorgehoben sind. Zur Bestimmung benützt werden die morphologischen Merkmale mit Vorübungen an Kristallmodellen, die physikalischen

Eigenschaften (Farbe, Glanz, Strich, Härte, Spaltbarkeit) und die durch einfache Versuche feststellbare chemische Beschaffenheit, sowie endlich Vorkommen und Begleitmineralien. Die Mineralien werden bei den Bestimmungsübungen in vierfacher Weise in Tabellen angeordnet: 1. Mineralien mit charakteristischer Kristallform; 2. Kristalline Aggregate; 3. Mineralien nach der Farbe geordnet mit Anwendung namentlich physikalischer und chemischer Merkmale; 4. Anordnung nach der chemischen Zusammensetzung. Den Schluß bilden Übungsaufgaben. Ref. will es scheinen, als ob die bekannten WEISBACH'schen und die FUCHS-BRAUN'schen Tabellen bei kaum größerem Umfange das gleiche Ziel auf einfacherem Wege erreichten, auch wird die Brauchbarkeit des vorliegenden Buchs durch zahlreiche Fehler und Irrtümer stark beeinträchtigt. **Max Bauer**.

A. Lacroix: Minéralogie de la France et de ses colonies. Description physique et chimique des minéraux, études des conditions géologiques de leurs gisements. 5. Deuxième supplement et index géographique dressé avec le concours du colonel AZÉMA. Paris bei Ch. Béranger 1913. 501 p. Mit einigen Textfiguren.

Der vierte Band dieses umfassenden und wichtigen Werkes ist im Jahre 1910 erschienen (vergl. dies. Centralbl. 1910. p. 744). Er enthielt neben dem Schluß des Ganzen ein umfangreiches erstes Supplement aus Nachträgen zu zahlreichen Mineralien in derselben systematischen Anordnung, die in dem Buche überhaupt befolgt wird. Ein kürzeres zweites Supplement bringt zunächst dieser fünfte Band, in dem aber die einzelnen Mineralien wegen ihrer verhältnismäßig geringen Anzahl nicht systematisch, sondern alphabetisch angeordnet sind. Die Kenntnis der einzelnen Spezies wird hier bis auf die neueste Zeit ergänzt. Dies geschieht aber für die Vorkommen in Madagaskar nur bei den wichtigsten Arten, da Verf. in nächster Bälde eine die Mineralien und Gesteine dieser Insel speziell behandelnde Arbeit veröffentlichen wird. Von hoher Bedeutung ist das alphabetische Ortsregister, das den größten Teil des Bandes einnimmt (p. 95—495). Man findet hier die an jedem einzelnen Fundort vorkommenden Mineralien zusammengestellt mit Angabe der Stellen der eingehenden Beschreibung in dem Buch. Die letzten Seiten enthalten eine Anzahl von Druckfehlerberichtigungen für die früheren Bände. **Max Bauer**.

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Dr. **Curt Alfons Haniel**, Privatdozent für Geologie und Paläontologie an der Universität Bonn a. Rh., gefallen am 29. Dezember 1914.

Dr. **Eberhard Walter** aus Eßlingen, Hilfsarbeiter bei der Geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, Leutnant d. Res. im Reserve-Fußartillerie-Regiment No. 13, gefallen am 6. Januar 1915 im Oberelsaß.

Dr.-Ing. **Heinrich Kretzer**, Reallehrer an der Städt. Höheren Mädchenschule und Handelsschule in Fürth, Assistent für Mineralogie und Geologie an der K. Technischen Hochschule in München von 1908—1911, Kriegsfreiwilliger, gefallen in einem Nachtgefecht vom 31. Oktober auf 1. November 1914 bei Wytschaede.

Dr. phil. **Kurt Vogel von Falckenstein**, Privatdozent für Geologische Bodenkunde zu Gießen, Leutnant d. Res. im Reserve-Dragoner-Regiment No. 4, wurde am 24. Oktober 1914 bei Lille verwundet und starb dort am 25. Oktober im Lazarett. Geboren in Schweidnitz am 25. März 1876, ergriff er nach Absolvierung der Kadettenanstalt seiner eigenen Neigung folgend und vielleicht auch unter dem Einfluß seines Stiefvaters, des bekannten Chemikers Viktor von Richter, das Studium der Chemie und der Naturwissenschaften und besuchte die Universitäten Genf, München und Kiel und wurde in Kiel am 2. Juni 1902, auf Grund einer Arbeit aus dem Gebiete der organischen Chemie, zum Doktor der Philosophie promoviert. Oktober 1907—09 war er Assistent des Professors für Chemie an der Forstakademie zu Eberswalde, wo er sich im April 1908 als Privatdozent für Chemie habilitierte. Nach seiner Habilitation in Eberswalde begann er seine Ausbildung auf geologischem und mineralogisch-paläontologischem Gebiete zu vervollständigen, indem er bei Branca und Liebisch in Berlin arbeitete. Als Frucht dieser Zeit erschienen mehrere Arbeiten. In einer paläontologischen Arbeit behandelte er die Brachiopoden und Lamellibranchiaten der senonen Kreidegeschiebe aus Westpreußen. Eine neue Projektionsmethode zur Messung von Geweihen beschäftigte ihn längere Zeit. Am 13. Januar 1913 habilitierte er sich für geologische Bodenkunde an der Landesuniversität zu Gießen. Mehrere bodenkundliche Arbeiten erschienen in dieser Zeit. Sein Hauptinteresse wandte sich den Molkenböden der Gegend von Hannoversch-Münden zu. Seine erste, von Analysen begleitete Mitteilung darüber erschien in den Internationalen Mitteilungen für Bodenkunde 1914. Eine zweite Mitteilung fand sich als Manuskript in seinem Nachlasse vor und wird voraussichtlich noch veröffentlicht werden können.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Abermals zwei neue Dichtebestimmungswagen.

Von **M. v. Schwarz.**

Mit 6 Textfiguren.

Für Unterrichtszwecke und Demonstrationen schien es empfehlenswert, ein ganz einfaches, billiges Modell der Dichtebestimmungswage im Quadrantensystem auszuführen. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend gelangte ich zu dieser nachstehend be-

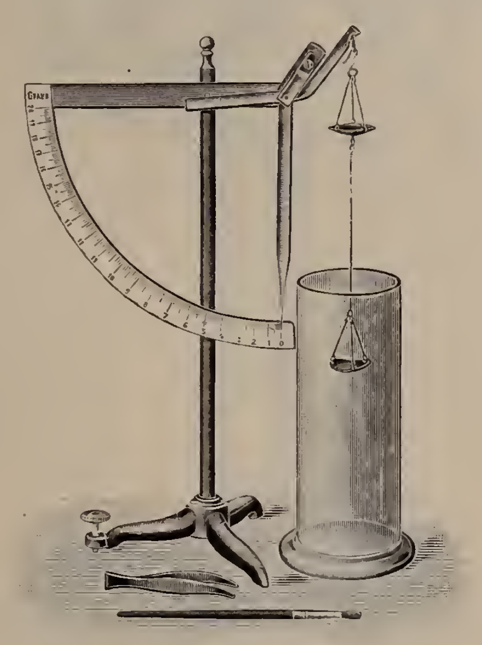


Fig. 1.

schriebenen Wage, deren Konstruktion den hier schon früher aufgeführten Modellen[1] ähnlich ist. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, besitzt diese Wage[2] nur eine einfache Skalenteilung; der Meßbereich ist 0 bis 20 Gramm in $\frac{1}{10}$ Gramm geteilt. Diese Ausführungsform mag wohl auch für einfache Praktikumsversuche

[1] Vergl. dies. Centralbl. 1910. No. 11. p. 447; 1913. No. 18. p. 565.

[2] Diese Wage, wie auch die früher beschriebenen Modelle, wird von der Firma A. Dresdner in Merseburg a. d. Saale hergestellt.

geeignet sein, wo es hauptsächlich darauf ankommt, die Arbeitsweise bei solch einer Dichtebestimmung vorzuführen. Die damit zu erzielenden Resultate kann man wohl noch als gute bezeichnen, wenn man zu diesen Versuchen entsprechende Stücke von etwa

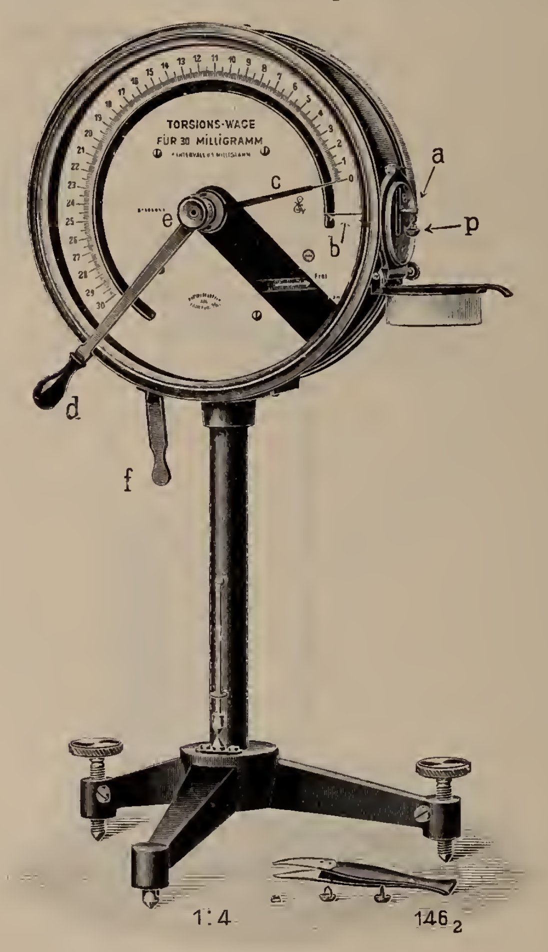


Fig. 2.

10—20 Gramm wählt. In der Tab. 1 sind einige so gewonnene Resultate zusammengestellt, welche die damit erreichbare Genauigkeit erkennen lassen.

Im Laboratorium kommt man häufig in die Lage, das spezifische Gewicht von ganz kleinen Mineralsplittern und Kristallen bestimmen zu müssen. Bei diesen kleinen Stücken (10—20 Milligramm und auch noch darunter) war es bisher nur mit Hilfe der

schweren Flüssigkeiten möglich, günstige Resultate zu erzielen; außerdem war dabei die obere Grenze des spezifischen Gewichtes etwa 3,2—3,5 und jede Bestimmung umständlich und zeitraubend. Eingehende Versuche, die vorher beschriebenen Wagen im

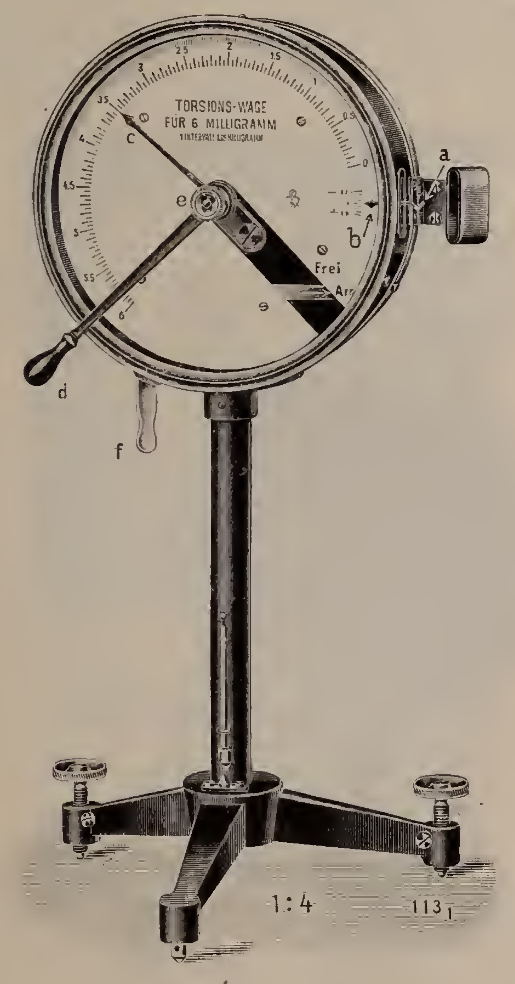


Fig. 3.

Quadrantensystem auch für derartig kleine Gewichte auszuführen, scheiterten an konstruktiven Schwierigkeiten, weil hierbei die in Frage kommenden Wagebalken zu dünn ausfallen und zu leicht Schaden leiden würden. Hierhingegen haben Proben mit einer Torsionswage, sogar bei kleinen Mineralsplittern, noch sehr gute Resultate ergeben und deshalb soll diese Konstruktion hier näher

7*

beschrieben werden. Die Fig. 2 und 3 zeigt in dem $\frac{1}{4}$ natürlicher Größe diese Torsionswage[1], wie sie schon vielfach in der mikrochemischen Analyse verwendet wird. Fig. 2 ist die sogenannte Präzisionswage mit Spiegelablesung, während Fig. 3 das vereinfachte Modell, ohne Spiegelablesung zeigt.

Das Arbeiten mit dieser Wage ist auch sehr einfach. Mit Hilfe der Fußschrauben und des Senkels kann die Wage auf jedem festen Tisch senkrecht gestellt werden. Der Hebel f wird auf „frei“ gestellt, bevor man eine Wägung vornimmt und die Nullstellung der Wage kontrolliert. Dies geschieht durch Drehung des Hebels d, wodurch der Zeiger c bis zum Nullpunkt verschoben wird; hier wird dann der Wagebalken bei b ebenfalls in der Nullage einspielen. Sollte dies nicht der Fall sein, so kann dies durch Drehen der Indexkorrektionsschraube, wie aus Fig. 4 ersichtlich, leicht erreicht werden.




Fig. 4.

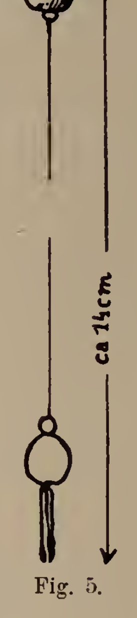


Fig. 5.

Für Dichtebestimmungen von festen Körpern wird bei a ein vergoldetes Schälchen angehängt, das an einem äußerst feinen Platindraht noch eine selbstfedernde Klammer trägt, in welcher die Mineralsplitter befestigt werden können. Fig. 5 zeigt diesen kleinen Hilfsapparat und Fig. 6 die Wage in der Aufstellung. Bei Dichtebestimmungen ist diese Klammer etwa 5 cm tief in ausgekochtes, destilliertes Wasser einzusenken. Der Vorgang bei einer Dichtebestimmung ist nun folgender: Der betreffende Körper

[1] Die Torsionswage wird von der Firma Hartmann & Braun, A.-G. in Frankfurt a. M., hergestellt.

wird auf die Wagschale aufgelegt und der Hebel d so weit nach rechts gedreht, bis der Wagbalken auf den Nullpunkt einspielt. Der Zeiger c läßt uns an der Skala sofort das absolute Gewicht ablesen. Nachdem d wieder in die Ausgangsstellung zurückgebracht wurde, bringt man den Körper in die Klammer und senkt ihn ins Wasser ein. Eine abermalige Drehung und Ablesung läßt das Gewicht unter Wasser erkennen. Aus diesen Werten ist



Fig. 6. Torsionswage für 150 Milligramm.

sogleich das spezifische Gewicht zu berechnen. Naturgemäß ist hier ebenso wie bei allen anderen Dichtebestimmungen auf Reinheit des Materials und auf das Anhaften von Luftbläschen am Körper oder der „Zange“ zu achten. Außerdem darf der Platindraht nie mit den Fingern angefaßt werden, sondern alle Stücke sind mit der Pinzette zu fassen. Ist der Draht fett geworden, so muß er unbedingt in einer farblosen (blauen) Flamme ausgeglüht werden. Zu bemerken bleibt noch, daß die Einstellung der Wage sehr schnell erfolgt, weil die in Steinen laufende Drehachse mit

1. Präzisions-Torsionswage.

Meß-bereich Millig.	Anzahl der Skalen-teile	Wert eines Skalen-teils Millig.	Größe eines Skalen-teils etw. mm	Mit zwei Meßbereichen (erzielt durch Vorspannen der Torsionsfeder) I. Millig.	II. Millig.	Anzahl der Skalen-teile	Wert eines Skalen-teils Millig	Größe eines Skalen-teils etw. mm
0— 30	300	0,1	0,8	—	—	—	—	—
0— 40	400	0,1	0,6	—	—	—	—	—
0— 60	300	0,2	0,8	0— 30	30— 60	300	0,1	0,8
0— 80	400	0,2	0,6	0— 40	40— 80	400	0,1	0,6
0— 100	500	0,2	0,5	0— 50	50— 100	500	0,1	0,5
0— 150	300	0,5	0,8	0— 75	75— 150	375	0,2	0,7
0— 200	400	0,5	0,6	0—100	100— 200	500	0,2	0,5
0— 300	300	1,0	0,8	0—150	150— 300	300	0,5	0,8
0— 400	400	1,0	0,6	0—200	200— 400	400	0,5	0,6
0— 500	500	1,0	0,5	0—250	250— 500	500	0,5	0,5
0— 600	300	2,0	0,8	0—300	300— 600	300	1,0	0,8
0— 800	400	2,0	0,6	0—400	400— 800	400	1,0	0,6
0—1000	500	2,0	0,5	0—500	500—1000	500	1,0	0,5

2. Vereinfachte Torsionswage.

Meß-bereich Milligramm	Anzahl der Skalen-teile	Wert eines Skalen-teils Millig.	Größe eines Skalen-teils etw. mm	Mit unterdrückten Anfangswerten Meßbereich Milligramm	Anzahl der Skalen-teile	Wert eines Skalen-teils Millig.	Größe eines Skalen-teils etw. mm
0— 6	120	0,05	2,0	2— 6	200	00,2	1.2
0— 12	120	0,1	2,0	4— 12	160	0,05	1,5
0— 20	200	0,1	1,2	7— 20	130	0,1	2,0
0— 30	150	0,2	1,6	10— 30	200	0,1	1,2
0— 40	200	0,2	1,2	20— 40	200	0,1	1,2
0— 60	120	0,5	2,0	30— 60	150	0,2	1,6
0— 80	160	0,5	1,5	40— 80	200	0,2	1,2
0— 100	200	0,5	1,2	50— 100	250	0,2	0,1
0— 150	150	1,0	1,6	75— 150	150	0,5	1,6
0— 200	200	1,0	1,2	100— 200	200	0,5	1,2
0— 300	150	2,0	1,6	150— 300	150	1,0	1,6
0— 400	200	2,0	1,2	200— 400	200	1,0	1,2
0— 500	250	2,0	1,0	250— 500	250	1,0	1,0
0— 600	120	5,0	2,0	300— 600	150	2,0	1,6
0— 800	160	5,0	1,5	400— 800	200	2,0	1,2
0—1000	200	5,0	1,2	500—1000	250	2,0	0,1

Tabelle 1. Zusammenstellung einiger Versuchsresultate der Dichtebestimmungswage für Unterrichtszwecke.

Name des Minerals	Absolutes Gewicht in g	Gewicht unter Wasser in g	Gewichtsverlust = Volumen	Spez. Gewicht Dichte	Spezifisches Gewicht nach Literaturangaben[1]
Orthoklas (Feldspat)	7,55	4,50	3,05	2,5	2,5
Kalkspat (Calcit)	15,55	9,80	5,75	2,7	2,6—2,8 2,72
Flußspat (Fluorit)	9,30 17,50	6,36 12,00	2,94 5,50	3,17 3,18	3,1—3,2
Quarz	16,78 9,83	10,43 6,13	6,35 3,70	2,65 2,65	2,65
Apatit	14,16 11,50	9,76 7,85	4,40 3,65	3,2 3,2	3.2
Gips	12,73 20,00	7,18 11,40	5,55 8,60	2,3 2,33	2,2—2,4
Oligoklas	20,00	12,53	7,47	2,7	2,7
Korund	15,60	11,63	3,97	3,9	3,9—4,0
Granat (Pyrop)	19,80 17,00	14,45 12,40	5,35 4,60	3,7 3,7	3,7—3,8
Bronzit	19,40 11,60	13,40 8,00	6,00 3,60	3,23 3,22	3—3,5
Mangankiesel	10,10	7,10	3,00	3,4	3,4—3,7
Wolframit	19,70 12,40	17,08 10,70	2,72 1,70	7,3 7,2	7,1—7,5
Schwerspat (Baryt)	15,10 17,10	11,60 13,20	3,50 3,90	4,3 4,4	4,3—4,7
Anhydrit	8,30 15,30	5,50 10,15	2,80 5,15	2,97 2,97	2.3—3.0

[1] Diese spez. Gewichte sind hauptsächlich aus: FRANZ v. KOBELL's Tafeln zur Bestimmung der Mineralien, neu bearbeitet von K. OEBBEKE. München 1912, entnommen.

Tabelle 2. Zusammenstellung einiger, mit der Torsionswage erzielter Resultate.

Name des Minerals	Absolutes Gewicht in Milligramm	Gewicht unter Wasser in Milligramm	Gewichtsverlust = Volumen	Spez. Gewicht = Dichte[1]	Spez. Gewicht nach Literaturangaben[2]
Zirkon	96,3	75,0	21,3	4,52	4,5—4,7
Diamant (von Deutsch-Südwest-Afrika)	62,5	44,7	17,8	3,51	3,5 3,50—3,52
	40,7	29,1	11,6	3,52	
	35,2	25,2	10,0	3,52	
	35,7	25,6	10,1	3,55	
	20,4	14,6	5,8	3,50	
	23,1	16,5	6,6	3,51	
	24,6	17,6	7,0	3,52	
	23,0	16,5	6,5	3,54	
Albit	124,7	77,2	47,5	2,64	2,6
	116,6	72,4	44,2	2,64	
Calcit	132,0	83,4	48,6	2,72	2,6—2,8 2,72
	77,1	48,7	28,4	2,72	
Fluorit	117,2	80,6	36,6	3,18	3,1—3,2
	55,6	38,0	17,6	3,17	
Gips	53,1	30,2	22,9	2,33	2,2—2,4
	75,2	42,6	32,6	2,31	
Adular	107,5	65,4	42,1	2,55	2,5 2,55
	145,4	88,4	57,0	2,55	
Baryt	116,1	90,0	26,1	4,47	4,3—4,7
	117,5	91,0	26,5	4,44	
Graphit	110,0	57,9	52,1	2,11	2,1—2,2
	73,7	39,0	34,7	2,13	
Rutil	141,7	108,6	33,1	4,26	4,2—4,3 4,26
	50,4	38,5	11,9	4,26	
Kupferkies	76,2	58,0	18,2	4,19	4,1—4,3
	145,4	110,9	34,5	4,20	

[1] Bei 17—18° C, bezogen auf Wasser derselben Temperatur.

[2] Diese spez. Gewichte sind hauptsächlich aus: Franz v. Kobell's Tafeln zur Bestimmung der Mineralien, neu bearbeitet von K. Oebbeke, München 1912, entnommen.

Name des Minerals	Absolutes Gewicht in Milligramm	Gewicht unter Wasser in Milligramm	Gewichtsverlust = Volumen	Spez. Gewicht = Dichte[1]	Spez. Gewicht nach Literaturangaben[2]
Wolframit	85,2	73,5	11,7	7,31	7,1—7,5
	149,8	129,0	20,8	7,19	
Bergkristall	92,3	57,4	34,9	2,65	2,6—2,7
	121,0	75,3	45,7	2,65	2,65
Pyrop	86,4	63,2	23,1	3,74	3,7—3,8
	58,6	42,8	15,8	3,70	3,69—3,78
Hyacinth (Ceylon)	74,8	58,6	16,2	4,67	4,5—4,7
	71,7	56,3	15,4	4,64	
Spinell (Ceylon)	66,3	48,0	18,3	3,63	3,5—4,1
	84,0	60,7	23,3	3,62	3,60—3,63
Turmalin (Schörl)	122,5	82,6	39,9	3,08	2,9—3,2
	130,0	87,7	42,3	3,08	3,02—3,08
Rubellit (Pala, Kalifornien)	109,8	73,8	36,0	3,05	2,9—3,2
	112,5	76,0	36,5	3,08	3,02—3,08
	101,7	68,6	33,1	3,06	
Rubin (Ceylon)	101,6	76,3	25,3	4,01	3,9—4
	41,0	30,6	10,4	4,06	4,08
	131,0	98,3	32,7	4,01	
	66,0	49,6	16,4	4,02	
	68,4	51,2	17,2	4,02	
	54,2	40,8	13,4	4,03	
Sapphir (Ceylon)	143,3	107,6	35,7	4,02	3,9—4
	77,1	57,8	19,3	4,01	4,06
	106,0	79,5	26,5	4,01	
	48,3	36,0	12,3	4,04	
Chrysoberyll (Aegypten)	105,0	77,0	28,0	3,75	3,5—3,8
(Brasilien)	133,6	97,6	36,0	3,71	3,68—3,78
	134,2	97,8	36,4	3,70	
	123,2	90,0	33,2	3,71	
	104,0	76,0	28,0	3,72	
Olivin (Aegypten)	118,1	82,6	35,5	3,33	3,2—3,4
	147,5	103,0	44,5	3,32	3,33—3,37

[1] Bei 17—18° C, bezogen auf Wasser derselben Temperatur.
[2] Diese spez. Gewichte sind hauptsächlich aus: Franz v. Kobell's Tafeln zur Bestimmung der Mineralien, neu bearbeitet von K. Oebbeke. München 1912, entnommen.

einer Aluminiumscheibe versehen ist, welche sich zwischen den Polen eines Magneten dreht und so durch Wirbelströme eine sehr günstige Dämpfung der Schwingungen hervorruft. Solcherart ist bei einiger Übung eine Wägung in 5—10 Sekunden auszuführen. Versuche mit einem Modell, dessen Skala bis 150 Milligramm reichte und in $\frac{1}{2}$ Milligramm geteilt war, haben sehr befriedigende Resultate ergeben, von welchen in Tabelle 2 einige davon zusammengestellt seien. Diese Größe der Wage scheint mir für Laboratorien und Edelsteinhändler besonders empfehlenswert. Hier sei aber noch angefügt, in welchen Größen solche Torsionswagen ausgeführt werden (siehe p. 102).

Das untersuchte Modell (bis 150 Milligramm) scheint mir geeignet, die seinerzeit von mir angegebene Dichtebestimmungswage (von 0,1—0,8 g) ins Kleine fortzusetzen und mag so manchem Mineralogen oder Edelsteinhändler willkommen sein. Zum Schlusse möge noch darauf hingewiesen werden, daß die molekularen Oberflächenspannungen der Empfindlichkeit solcher Wagen für Dichtebestimmungen eine Grenze setzen; bei den empfohlenen Größen von 150 oder 200 Milligramm stören diese Erscheinungen noch nicht, wenn der Draht von entsprechender Feinheit gewählt wird und die nötigen Vorsichtsmaßregeln eingehalten werden.

Mineralogisches Laboratorium der K. Technischen Hochschule zu München, im Juni 1914.

Ausbruch des Schlammvulkans „Djautepe“ auf der Halbinsel Kertsch am 18. März 1914.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von **Wl. Sedeltschikoff** und **G. Kulgawoff** in Nowotscherkassk.

Mit 3 Textfiguren.

Literatur, die die Autoren bei der Zusammenstellung der vorliegenden Mitteilung benutzt haben:

P. S. Pallas, Bemerkungen auf einer Reise in die südlichen Statthalterschaften des Russischen Reiches in den Jahren 1793 und 1794. 2. (Deutsch.)

N. Andrussow, Die Geotektonik der Kertsch-Halbinsel. (Russisch.) Materialien zur Geologie Rußlands 1893. **16**. Kurzer Auszug im Guide des Excursions du VII. Congrès Géologique International St.-Pétersbourg 1897. (Environs de Kertsch.)

Prof. Golowkinsky, Bericht des Hydrogeologen im Jahre 1897. (Russisch.)

Abich, Einleitende Grundzüge der Geologie der Halbinsel Kertsch und Taman. Mém. de l'Acad. Imp. de Sc. de St.-Pétersbourg 1865. **9**. No. 4. (Deutsch.)

N. N. Klepinin, Ausbruch eines Schlammvulkans auf der Halbinsel Kertsch. Berichte der Naturforscher-Gesellschaft in der Krim. 1911. 1. (Russisch mit deutschem Resumé.)

A. N. Krassnow, Zur Kenntnis der Schlammvulkane des östlichen Trans-Kaukasien. Travaux de la Société des naturalistes à l'Université Impériale de Charkow. 39. Lief. II.

Am 18. März 1914, wie es in den Zeitungen telegraphisch mitgeteilt war, erfolgte ein gewaltiger Ausbruch des Schlammvulkans Djautepe auf der Halbinsel Kertsch.

Um die Ursache und den Charakter des Ausbruchs, seine Dimension und Resultate aufzuklären, wurden von der Technischen Hochschule in Nowotscherkassk Assistent Wl. Sedeltschikoff mit dem Studenten G. Kulgawoff entsandt.

Die Resultate sind in dieser vorliegenden vorläufigen Mitteilung dargelegt.

Kurze geologische Beschreibung der Halbinsel Kertsch.

Was die Orographie und Tektonik anbetrifft, so kann man die Halbinsel in zwei Teile teilen: SW-Flachland und NO-Hügelland. Die Sedimentgesteine der Halbinsel gehören zur tertiären Formation; sie sind von Prof. N. Andrussow untersucht und von ihm der Fauna nach in Stufen eingeteilt worden, die wir hier schematisch wiedergeben:

Tertiär-Formation.

	P. Pontische Stufe.
Pliocän	b) Obere pontische Schichten.
	a) Untere pontische Schichten
	MP. Mäotische Stufe.
	c) Schichten mit *Dreissenia novorossica* Sinz.
	b) Schichten mit *Dreissenia subbasterotii* Tourn.
	a) Baukalkstein
	M_3. Sarmatische Stufe.
	d) Bryozoenschichten
Oberes Miocän	c) Heller Schieferton
	b) Mergel, Sand, Kalk (3 Abteil.)
	a) Oberer dunkler Ton
	M_2. Mediterran-Stufe.
	c) *Spaniodon*-Schichten (2 Abteil.)
Mittleres Miocän	b) Tschokrakschichten (4 Abteil.)
	a) Unterer dunkler Ton (2 Abteil.)

Die Gegend der Halbinsel Kertsch wurde am Ende des Miocän bedeutenden tektonischen Prozessen unterworfen.

Fast unzerstörte, z. T. ganz horizontal und völlig von anderen Schichten unabhängig liegende pontische Schichten zeigen, daß die Bildung der Falten zu Anfang der pontischen Zeit ganz vollendet war, und daß der Hauptzeitpunkt der Faltenbildung für die Halbinsel Kertsch in das Miocän fällt, d. h. die Zeit, die mit den gewaltigen tektonischen Veränderungen auch im Kaukasus zusammenfällt. Durch spätere Denudationsprozesse sind die Falten zerstört worden. (Fig. 1.)

Karte der Faltungszonen von Kertsch und Taman.

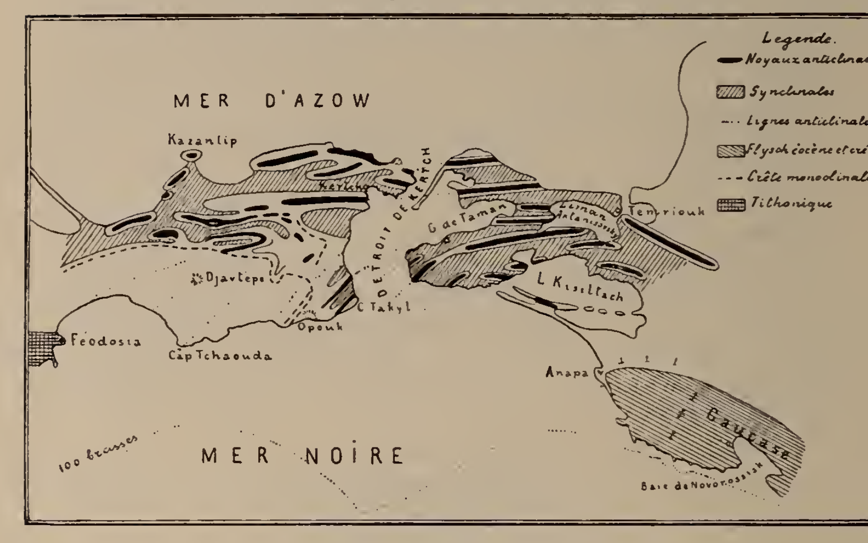


Fig. 1.

In dem südwestlichen Teil, der wahrscheinlich früher höher gewesen ist, sind alle Ablagerungen, die höher als der untere dunkle Ton M_2a liegen, weggewaschen, und diese Tone sind hier als Grundgesteine ausgebildet.

In dem nordöstlichen Teil finden wir alle Gesteine, die in dem Schema angeführt sind. Sie sind in Falten geordnet und die Zerstörung konnte, wegen der verschiedenen Zusammensetzung, hier nicht mit gleicher Schnelligkeit fortschreiten, wodurch auch das Relief in dieser Gegend bedingt ist.

Was die Schlammvulkane anbetrifft, so sind alle Schlammvulkane einer bestimmten Region in Reihen parallel der tektonischen Linien verteilt, und die Regionen selbst sind auf den Antiklinen angeordnet. Diese Gesetzmäßigkeit wurde von Abich und Prof. Krassnow für die transkaukasischen und von Prof. Golowkinsky und Prof. Andrussow für die Schlammvulkane der Halbinsel Kertsch und Taman festgestellt.

Der Schlammvulkan Djautepe liegt ganz isoliert in der Ebene des südwestlichen Teiles des Kreises Theodossia, auf dem halben Wege zwischen Theodossia und Kertsch. 20 Werst[1] weit von der Station Sem-Kolodesei der Südlichen Eisenbahn, 12 Werst weit vom Dorfe Petrowsky. Die dem Schlammvulkan nächsten bewohnten Stellen sind: das Dorf der Tartaren Djautepe südlich 1 Werst weit; östlich auch in 1 Werst Entfernung liegt eine Ökonomie der Russen und 4,5 Werst weit nördlich liegt das Dorf der Tartaren Kip-Kiptschak. Der Schlammvulkan liegt ungefähr 250 Fuß über dem Meeresniveau und ungefähr 150 Fuß höher als das Flachland, so daß er von weitem zu sehen ist.

Über die früheren Ausbrüche des Schlammvulkans Djautepe berichtet der Akademiker Pallas. Er beschreibt einen Ausbruch im 18. Jahrhundert, der von Flammen und Rauch begleitet wurde. Später beschreibt Prof. Golowkinsky im Jahre 1889 diesen Vulkan und weist darauf hin, daß er auf dem Gipfel des Berges nassen, zähen Schlamm getroffen hat. Weiter bis zum Jahre 1909 blieb der Schlammvulkan ganz still. In diesem Jahre waren zwei Ausbrüche 16./17. März und 17./18. August, die von N. N. Klepinin beschrieben wurden. Aus dieser Beschreibung sieht man, daß der Gipfel des Berges nach dem Ausbruch sich mit tiefen Spalten (tiefer als 5 Faden[2]) bedeckt hat. Der Schlamm hat auf dem südlichen Teil des Kraters eine Pforte bis 2—2,5 Faden hoch und 20 Faden breit durchgebrochen, durch die der Schlamm auf die südliche Seite des Berges herunterfloß.

Der ganze Schlammstrom war 160 Faden lang, 20—30 Faden breit und 2,5 Faden bis 3 Arschin[3] dick. Die ganze Masse des Schlammes wurde von N. N. Klepinin auf ca. 8 000 000 Pud[4] berechnet.

Weiter bis zum Jahre 1914 bleibt Djautepe wieder still und sieht ganz erloschen aus. Im Anfang März 1914 bemerkt man eine stärkere Gasausscheidung und am 18. März geschieht ein gewaltiger Ausbruch, von dem die Augenzeugen uns folgendes erzählt haben. Am 18. März um 7 Uhr morgens hörten sie von der Seite des Berges Lärm und Getöse; die Gase, die aus dem Krater herausstiegen, warfen den Wasserdampf und den Schlamm bis 30 Faden hoch. Dann kam der Schlamm, der ziemlich ruhig vom Berge in die Pforte, die noch während des Ausbruchs 1909 entstanden ist, herunterfloß.

Zu der Zeit, wo wir nach Djautepe gekommen sind (2. April), wurde die Tätigkeit des Schlammvulkans so schwach, daß im

[1] 1 Werst = 1,0668 Kilometer.
[2] 1 Faden = 2,1336 Meter.
[3] 1 Arschin = 0,7112 Meter.
[4] 1 Pud = 16,3804 Kilogramm.

Krater selbst der Schlamm ganz ausgetrocknet war und nur aus den Spalten, die den Schlamm durchschneiden, das Gas mit leichtem Zischen ausstieg.

Der Plan des Schlammvulkans (Fig. 2), der nach Messungen mit dem Theodoliten von uns zusammengestellt ist, gibt ein Bild der Resultate des Ausbruches.



Fig. 2.

Der Krater des Vulkans stellt einen Kessel mit einem flachen Boden dar, dessen Dimensionen in der Richtung NS bis 23, in der Richtung OW bis 18 Faden messen, die Tiefe des Kessels ist 2 Faden. Der Krater ist mit einer frischen, ausgetrockneten, knolligen Masse des Schlammes ausgefüllt; der östliche Teil des Kraters ist sehr stark zerstört, mit breiten Spalten bedeckt, und der nebenliegende Teil ist mit Blöcken alten Schlammes, dessen Oberfläche oft mit Gleitungsstrichen bedeckt ist, versperrt. Dieser Teil des Kraters ist am meisten deformiert und zeigt ein großartiges Bild der Zerstörung.

Der westliche Teil ist ebenso mit Spalten bedeckt, die Spalten sind aber nicht so groß und zeigen nur das Sinken des Bodens.

In dem südwestlichen Teil des Kraters befindet sich die Pforte, 8 Faden breit, die noch beim Ausbruch im Jahre 1909 entstanden ist und durch die auch im Jahre 1914 der Schlamm vom Berge herunterfloß.

Um den Krater herum, insbesondere an der nordwestlichen Seite, sieht man eine Menge Spalten, die teils neu, teils aber schon im Jahre 1909 entstanden sind. Die Spalten liegen mehr oder weniger konzentrisch um den Krater herum. Die Haupt-

masse des Schlammes floß durch die Pforte herunter und bildete hier auf der südlichen Seite des Berges in der Richtung SO — 160° einen zungenartigen Strom 155 Faden lang, 28 (oben beim Krater) bis 65 (unten am Fuß) Faden breit. Am Anfang bei der Pforte hat der Schlamm sich den Weg im Material des Ausbruchs 1909 gegraben in der Form eines Hauptkanals, 5—2 Faden breit und 35—40 Faden lang; von der Mündung des Kanals an floß schon der Schlamm in der Form eines breiten Stromes auseinander. Außer durch den Hauptkanal wurde wahrscheinlich der Schlamm direkt über die Ränder des Kraters an seiner SSO-Seite heruntergeworfen, was die Ursache zur Bildung eines kleineren Stromes gegeben hat, der eine kleine Schlucht ausfüllte. Das Vorhandensein der Pforte hat das Herunterfließen der Ströme, wie im Jahre 1909, so auch jetzt, auf einer Seite des Berges verursacht, sowie auch die Überlagerung der beiden Ströme, so daß aus dem jetzigen Strom nur an einigen Stellen die Teile des Stromes von 1909 zum Vorschein kommen. Die Mächtigkeit des Schlammes auf dem Berge ist wahrscheinlich nicht höher als 1 Arschin, am Fuß aber steigt sie bis ca. 3,5—4 Arschin. Wir nehmen durchschnittlich die Mächtigkeit des Stromes bis 1,5 Arschin an. Das mit den beiden Strömen bedeckte Plateau, auf dem Plan mit dem Planimeter ausgemessen, und auf den Abhang des Berges (ca. 8°), bezogen, nimmt ca. 9740 Quadratfaden ein. Wenn wir das spezifische Gewicht der Produkte des Ausbruchs (Gesteine, Schlamm und Wasser) gleich 2,2 annehmen, so bekommen wir als ganzes Quantum des ausgebrochenen Materials 6 470 000 Pud.

Ausbruchsprodukte.

Der Schlamm ist ein Gemisch von verschiedener Konsistenz von feingeriebenem schlammigem Tonmaterial mit Wasser: im nassen Zustand hat er eine dunkelgraue bis grünliche Farbe: beim Austrocknen wird er hellaschgrau; beim Durchglühen wird er rot.

U. d. M. kann man folgendes unterscheiden: Quarz, Kalkstein und Tonteile verschiedener Dimension, Glaukonit, der dem Schlamme die grünliche Farbe gibt. Auf chemischem Wege wurden qualitativ Si, Fe, Al, Mn, Ca, K, Na, Cl, P, S gefunden.

In dem Schlamm ist eine große Anzahl verschiedener Sedimentgesteine eingeschlossen, die abgebrochen und beim Heraustreten des Schlammes unter starkem Drucke der Gase mitgerissen wurden. Stücke von solchen weichen Gesteinen wie Mergel, Ton sind gerieben und abgerollt und ihre Oberfläche ist gekritzt. Unter diesen Auswürflingen kann man folgende Gesteine und Mineralien unterscheiden: Schieferton dunkelgrauer Farbe, Mergel weiß und grünlich, Glaukonitton und -Sandstein, Muschelkalkstein, tonigen Siderit, Markasit, Pyrit,

Gips, Calcit; die beiden letzten sind häufig bituminös; das Bitumen kommt als Ausfüllung der Hohlräume, als Niederschlag auf den Kristallen und auch als färbender Stoff, die Kristalle durchdringend, vor.

Die Oberfläche des Schlammes ist an einigen Stellen mit ausblühenden Salzen bedeckt. Hier haben wir die Ausscheidungen zweier Arten gefunden. Die einen sind dicht, bedecken die Oberfläche des Schlammes wie mit einem Häutchen; die anderen nadelförmig. Diese letzten konnte man auf dem Schlamm selbst sehen und auch auf den Ausscheidungen der ersten Art, hauptsächlich in den Spalten aufgewachsen. Wir haben sie auf dem Schlamme der beiden Ausbrüche (1909 u. 1914) gesammelt. Diese Ausscheidungen werden von uns chemisch untersucht.

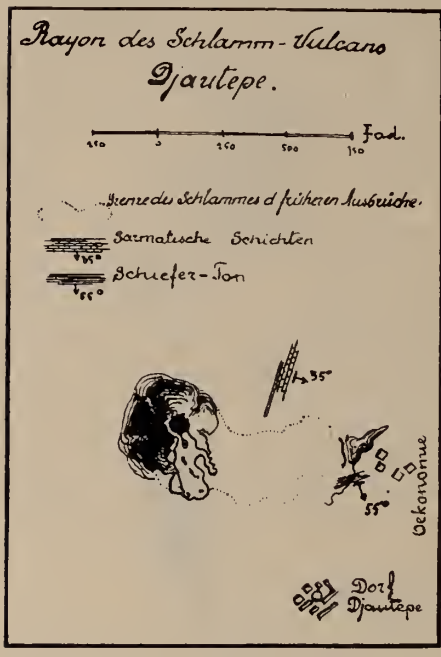


Fig. 3.

Im Gebiete des Schlammvulkans kann man zwei Aufschlüsse der Gesteine beobachten (Fig. 3). Der eine ist ein Aufschluß der sarmatischen Kalksteinschichten (Bestimmung von Prof. Golowkinsky und Andrussow) mit den Lagerungselementen: N ca. 15° —35° O, liegt an der NO-Seite des Berges in der Entfernung von $\frac{1}{2}$ Werst und bildet einen Hügel, der Tobetschik genannt wird. Der andere Aufschluß liegt beim Teich und stellt einen dunkelbraungrauen Tonschiefer dar. (Das Alter ist nicht bestimmt, scheint aber älter als der sarmatische Kalkstein zu sein.) Die Lagerungselemente sind: das Streichen N 70° O, das Fallen SO; parallel der Schichtungsfläche enthalten diese Schiefer oft tafelförmige Gipskristalle, runde Konkretionen von tonigem Siderit, der dem in den Auswürfen des Vulkans gefundenen sehr ähnlich ist.

Die beschriebenen Aufschlüsse sind nicht hinreichend, um den geologischen Bau der Gegend aufzuklären, doch kann man auf Grund der Untersuchung dieser Aufschlüsse sagen, daß der geologische Bau einerseits recht kompliziert ist, daß der Schlammvulkan Djautepe anderseits nahe dem Antiklinalkern liegt.

Außer dem, was in der vorliegenden Notiz mitgeteilt ist, haben wir eine Sammlung von Auswürflingen, Gasen, Schlamm und Fossilien mitgebracht, deren Beschreibung nach der geologisch-paläontologischen, petrographischen und chemischen Bearbeitung nebst den an Ort und Stelle gemachten photographischen Aufnahmen später veröffentlicht werden wird.

In der letzten Zeit sind in der russischen Literatur folgende Beschreibungen des Ausbruchs des Schlammvulkans Djautepe erschienen: in der Zeitschrift „Juschniy Inschener", April 1914, von S. S. Gembizky; in der Zeitschrift „Priroda", Mai 1914, von P. A. Dwoitchenko; ebenda von P. Belsky, „Zur Frage der Entstehung der Schlammvulkane".

Für unsere Entsendung in das beschriebene Gebiet sagen wir unseren besten Dank den Herren Professoren der Technischen Hochschule in Nowotscherkassk P. P. Sustschinsky, P. N. Tschirwinsky und N. S. Uspensky.

Mineralogisches Institut der Technischen Hochschule Nowotscherkassk, Mai 1914.

Geologische Notizen aus der Lausitz.

Von **C. Gagel.**

Mit 1 Textfigur.

I. Das Alter des Lausitzer Granitits und der Diabase.

Gelegentlich einer Bereisung des Lausitzer Braunkohlengebietes zwecks Vorbereitung von Vorlesungsexkursionen und zum Studium der interglazialen Verwitterungserscheinungen im älteren Diluvium gelang es mir, nebenher einige Beobachtungen zu machen, die — wenn sie auch z. T. nichts völlig Neues bringen — mir doch als anschauliche, völlig klare Beweise für vielerörterte Streitfragen nicht ohne Interesse zu sein scheinen.

In den großen Grauwackensteinbrüchen von Oßling-Scheckthal bei Zeißholz südlich Hoyerswerda sind jetzt ganz ausgezeichnete Aufschlüsse vorhanden, in denen die außerordentlich starke, steil aufgerichtete Faltung und transversale Schieferung der quarzitischen Grauwacken ausgezeichnet zu beobachten ist. Was den Aufschlüssen augenblicklich ein besonderes Interesse verleiht, ist nun der Umstand, daß quer durch die steilgestellten, gefalteten und geschieferten Grauwacken eine ganz ungestörte, horizontale, z. T. aplitische Apophyse des Lausitzer Granitits quer durchsetzt, zum augenscheinlichsten Beweise, daß die Intrusion dieses Lausitzer Granitits nicht nur postculmisch ist — was man nach der Kontaktmeta-

morphose durch den Granitit an andern Stellen der jetzt als Unterculm erwiesenen Grauwacken bei der Kartierung schon festgestellt hatte[1] —, sondern daß diese Intrusion des Granitits und seines Ganggefolges auch erst nach der Aufrichtung, Faltung und Schieferung des Culms erfolgt ist!

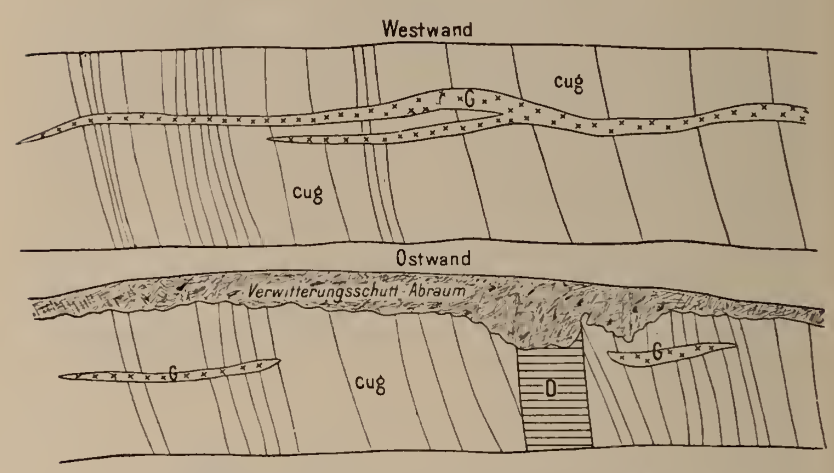


Fig. 1. Steinbruch Oßling-Scheckthal. März 1914.
Cug = Quarzitische Grauwacke des Unterculm. Die Grauwacke ist z. T. dünnschichtig, z. T. ziemlich dickbankig. Die Schieferung steht ebenfalls sehr steil und schneidet die Schichtung im spitzen Winkel — sie ist hier nicht mitgezeichnet. Die Grauwackenbänke sind z. T. auch noch verschiedenfarbig. *G* = z. T. aplitische Apophyse des Lausitzer Granitits: 3—4 dm mächtig. *D* = Diabas feinkörnig.

Der Aufschluß ist jetzt so schön und lehrreich, besonders für Studentenexkursionen, wie er nicht schöner gedacht werden kann, und ist ohne jede Erläuterung schlechthin beweisend für das Alter des Granitits. In denselben Brüchen, noch besser aber in den Grauwackenbrüchen des Koschenberges bei Senftenberg, wo der Granitit zwar auch aufgeschlossen, im Kontakt aber nicht zu beobachten ist, sind auch mächtige Diabasintrusionen zu beobachten und auch bei diesen Diabasen — besonders am Koschenberg — ist es evident, daß auch sie postculmisch und nicht altpaläozoisch, daß sie also Mesodiabase sind. Der Diabas am Koschenberg bildet einen linsenförmigen, etwa 90—100 m langen und 30 m mächtigen, steil aufsetzenden Eruptivkörper, der an den

[1] Weise, Beiträge zur Geologie der nordsächsischen Grauwackenformation. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1913. p. 587 ff., und Erläuterungen zu den sächsischen Kartenblättern. Nach Mitteilung der Arbeiter sollen auch hier in der Grauwacke Pflanzenreste vorkommen.

Schichten der steil aufgerichteten quarzitischen Grauwacke abstößt und ganz offenbar ebensowenig von der Gebirgsbildung betroffen ist, wie die Granitit—Aplit-Apophyse von Oßling-Scheckthal. Die culmische Grauwacke ist von dem Diabas aufs deutlichste kontaktmetamorphosiert; der Diabas in der Mitte des Intrusivkörpers grobkörnig mit schönster Diabasstruktur[1], nach dem Salband zu recht feinkörnig und an der Kontaktfläche ganz eigentümlich zersetzt und umgewandelt. Auch dieser Aufschluß am Koschenberg ist jetzt schlechthin überzeugend und außerordentlich lehrreich: die transversale Schieferung der sehr gleich- und feinkörnigen quarzitischen Grauwacken ist so stark, daß meistenteils die Schichtung kaum oder gar nicht festzustellen ist, während sie in den Brüchen bei Zeißholz doch immer noch recht gut kenntlich ist.

II. Die Mächtigkeit der Lausitzer Braunkohlenbildung.

Während die übrigen Braunkohlenablagerungen der Lausitz in der Gegend von Senftenberg—Hoyerswerda ganz ungestört oder nur wenig gestört liegen, fiel mir bei einem Besuch der Oberlausitzer Braunkohlenwerke („Olba") bei Kl. Saubernitz die sehr erhebliche Störung und Steilstellung der dortigen Flöze auf, und ferner erfuhr ich durch den liebenswürdigen Leiter des dortigen Werkes, Herrn Dipl.-Ing. Bräsel, daß neuere Bohrungen in dem Kohlengebiet von Kl. Saubernitz eine ganz erstaunliche und unerwartete Mächtigkeit der dortigen Braunkohlenformation ergeben haben, die in mehreren Bohrlöchern mehr als 120—126 m, in einem 160 m, ferner in einigen andern 161,2 m, 173,6 m und 176,5 m beträgt, also die auffällige Mächtigkeit der Kohlenbildungen im Zittauer Revier fast erreicht. Die Zahl der Flöze in diesen mächtigsten Ablagerungen beträgt 8—10 mit 26 m bis 36 m, ja bis über **61** m Flözmächtigkeit; die Mächtigkeit der einzelnen Flöze schwankt zwischen 1,5 m, 2,5 m, 3,5 m, 4,5 m, 5,5 m, 6 m, 7 m, 10 m, 13 m bis **26,5 m**, wobei der starke Wechsel in der Zahl, Mächtigkeit und Lage der einzelnen Flöze bei den verschiedenen Bohrungen sehr auffallend ist. Sehr auffällig bei den Bohrregistern ist die — auch von Herrn Bräsel bei den Bohrungen bemerkte — Tatsache, daß, während die Tone zwischen den Kohlenflözen wie gewöhnlich hell bis fast weiß, braun oder grau bezw. schwarz sind, die tiefsten Tone eine deutlich bezw. intensiv blaue Farbe hatten und sehr harte Steinschichten enthielten oder von solchen unterlagert wurden, die gewöhnlich den Bohrungen ein Ziel

[1] Als mineralogisch-petrographische Merkwürdigkeit sei erwähnt, daß ich mitten im grobkörnigen Diabas eine saure, ganz unregelmäßig begrenzte, mit dem Diabas fest verwachsene, über kopfgroße Ausscheidung beobachtet habe, die miarolitisch struiert war und im wesentlichen aus Albit und Quarz besteht!

setzten. Leider ist weder von diesen blauen Tonen noch von den auffälligen Steinschichten in ihnen irgend etwas aufgehoben, auch auf das Vorkommen von Fossilien ist nicht geachtet, so daß über Alter und genauere Beschaffenheit dieser Tone nichts auszusagen ist.

Profile einiger Braunkohlenbohrungen bei Kl. Saubernitz.

Bohrung 265

Tiefe	Schicht
0—0,30 m	grauer Ton
—1,30	Kieselguhr (alluv.)
—7,50	Ton schwarz
—13,00	**Kohle (5,50 m)**
—15,00	sandiger Ton
—21,50	**Kohle (6,50 m)**
—24,5	schwarzer Ton
—28,50	grauer fester Sand
—30,0	brauner Sand
—33,50	**Kohle (3,50 m)**
—34,50	sandiger Ton
—38,50	grauer Sand
—39,50	sandiger Ton
—41,0	**Kohle (1,50 m)**
—42,0	grauer Sand
—52,0	**Kohle (10 m)**
—54,0	brauner Ton
—59	Ton mit Kohle
—61,50	**Kohle (2,50 m)**
—68,0	Ton mit Kohle
—70,0	grauer Ton
—71,0	**Kohle (1 m)**
—74,0	Ton mit Kohle
—77,5	**Kohle (3,50 m)**
—81,5	grauer Ton
—88,0	Kohle mit Tonschichten
—92,0	grauer Ton
—98,0	Ton mit Kohle
—124,50	**Kohle (26,5 m)**
—127,0	Ton mit Kohle
—160,0	weißer Ton

zusammen 10 Flöze mit > 60,5 m reiner Kohle

Bohrung 283

Tiefe	Schicht
0—0,40 m	Mutterboden
—1,60	Kieselguhr
—2,40	Sand grau
—3,0	Ton braun
—7,50	**Kohle (4,50 m)**
—10,0	Ton mit Kohle
—15,0	grauer Ton
—21,5	grauer Sand
—28,5	schwarzer Ton
—34,0	**Kohle (5,50 m)**
—39,0	schwarzer Ton
—40,0	grauer Sand
—43,0	schwarzer Ton
—47,0	grauer Sand
—53,0	Ton mit Kohle
—66,0	**Kohle (13 m)**
—95,0	grauer Ton
—98,0	sandiger Ton
—106,0	grauer Ton
—107,5	**Kohle holzig (1,5 m)**
—118,0	weißer Ton
—119,5	Ton mit Kohle
—127,0	grauer Ton
—130,0	Ton mit Kohle
—132,0	**Kohle m. Tonschicht.**
—133,50	grauer Ton
—137,5	**Kohle (4 m)**
—139,5	Kohle mit Ton
—143,0	**Kohle (3,5 m)**
—144,0	Ton
—146,0	**Kohle (2 m)**
—148,0	Ton
—150,0	**Kohle (2 m)**
—152,5	Ton mit Kohle
—155,0	grauer Sand
—156,5	toniger Sand
—161,2	grauer Ton

zusammen 9 Flöze mit > 36 m reiner Kohle

Bohrung 389

Tiefe	Schicht
0—1 m	grauer Ton
—6,00	grauer Sand
—10,0	grauer Ton
—20.0	grauer Kies
—40,0	grauer Sand
—42.0	grauer Ton
—44,5	sandiger Ton
—45,5	grauer Sand
—51.5	grauer Ton
—54,0	grauer Sand
—58,0	sandiger Ton
—64,0	grauer Ton
—66,0	brauner Ton
—68.0	grauer Sand
—69,0	brauner Ton
—71.0	**Kohle (2 m)**
71,0—73,0 m	brauner Ton
—77,0	grauer Sand
—78,0	brauner Ton
—81.0	**Kohle (3 m)**
—84.0	**Kohle mit Ton**
—102,0	grauer Ton
—107,0	Ton mit Sand
—109,0	grauer Sand
—142,0	grauer Ton
—149,0	brauner Ton
—152,0	Ton mit Kohle
—168,0	sandiger Ton
—170,0	grauer Ton
—176,5	grauer sandiger Ton

zusammen 2 Flöze mit > 5 m reiner Kohle!

Bohrloch 384

Tiefe	Schicht
0—6,5 m	grauer Sand
—8.0	**Kohle (1.50 m)**
—11,0	Sand mit Kohle
—12,5	schwarzer Ton
—27,0	**Kohle (14,5 m)**
—33,0	brauner Ton
—38,0	grauer Sand
—46,0	weißer Ton
—50,0	gelber Ton
—60,0	weißer Ton
—64,7	blauer Ton mit Steinschichten
—65,1	festes Gestein

zusammen 2 Flöze mit 16 m reiner Kohle

Bohrloch 386

Tiefe	Schicht
0—4 m	grauer Sand
—8	schwarzer Ton
—13	**Kohle (5 m)**
—17	grauer Sand
—19	**Kohle (2 m)**
—20	grauer Sand
—22,5	schwarzer Ton mit Kohle
—34,5	**Kohle (12 m)**
—37,5	brauner Ton
—46,0	schwarzer Ton mit Kohle
—49,0	grauer Ton
—51,0	brauner Ton
—54,0	**Kohle mit Ton**
—60,0	grauer Ton
—62,0	blauer Ton
—66,0	blaues Gestein
—66.8	festes Gestein

zusammen 4 Flöze mit mehr als 19 m reiner Kohle

Alle diese — gegen 400 — Bohrungen sind auf verhältnismäßig kleinem Gebiet, den Feldern der „Olba“, heruntergebracht und beweisen, daß die Unterkante der Braunkohlenformation eine sehr unregelmäßige und stark schwankende ist und daß die ganze Ablagerung entweder in ihrem Aufbau stark wechselnd oder

stark gestört — oder beides — ist. Die sehr großen Schwankungen in der Mächtigkeit der Flöze in den Bohrungen wird wahrscheinlich auf Aufrichtung und Steilstellung einzelner Flöze zurückzuführen sein.

Eine von den tiefsten Bohrungen (No. 388) ergab sowohl eine sehr große Zahl von Flözen wie auch ganz unten die blauen Tone, die also ebenfalls in sehr schwankendem Niveau auftreten.

Bohrung 388

Tiefe	Schicht
0—1 m	toniger Sand
—1,50	grauer Sand
—7,0	weißer fester Ton
—8,50	grauer Sand
—11,0	weißer Ton
—13,0	grauer Sand
—23,5	weißer Ton
—28,0	**Kohle (4,5 m)**
—29,0	brauner Ton
—33,0	grauer Sand
—34,5	brauner Ton
—40,5	**Kohle (6 m)**
—43,5	grauer Sand
—45,0	Ton mit Kohle
—46,5	sandiger Ton
—50,0	fester Sand
—57,5	**Kohle (7,5 m)**
—66,0	brauner Ton
—67,5	**Kohle (1,5 m)**
67,5—70,0 m	Ton mit Kohle
—96,5	grauer Ton
—98,0	fester Sand
—105,0	grauer Ton
—106,0	**Kohle (1 m)**
—112,0	grauer Ton
—113,5	**Kohle (1,5 m)**
—116,5	brauner Ton
—120,5	Ton mit Kohle
—126,0	**Kohle (5,5 m)**
—134,0	grauer Ton
—138,0	sandiger Ton
—147,0	grauer Ton
—150,5	**Kohle (3,5 m)**
—170,0	grauer Ton
—173,6	blauer Ton
—	

zusammen also 8 Flöze mit 31 m reiner Kohle!

Ich bin der Direktion der „Olba“ zu großem Dank verbunden für die Mitteilung der Bohrprofile und für die Erlaubnis, diese interessanten Profile zu publizieren. Leider sind alle Bemühungen des Herrn Bräsel, noch etwas von den blauen Tonen und den eingelagerten harten Steinschichten unter dem Bohrmaterial aufzufinden, vergeblich gewesen. Aus der immer und bestimmt wiederholten Angabe über die blaue Farbe des Tones und dem Auftreten der sehr harten Bänke darin und darunter, die in der ganzen Braunkohlenformation fehlen, wird man aber wohl mit ziemlicher Sicherheit auf eine marine (glaukonitische) Bildung schließen können, die hier im Liegenden der Braunkohlenformation auftritt. Sowohl an Zahl der Flöze wie in der Mächtigkeit der ganzen Bildung überschreiten diese Braunkohlenablagerungen von Kl. Saubernitz bei weitem alles, was bisher aus der Lausitzer Braunkohlenformation bekannt war.

Dahlem, 25. Oktober 1914.

Arthroacantha H. S. Williams = Platyhexacrinus W. E. Schmidt.

Eine Berichtigung von **W. E. Schmidt.**

Mit 3 Textfiguren.

In dem paläontologischen Anhange zu meiner vorwiegend stratigraphischen Arbeit: „*Cultrijugatus*-Zone und Unteres Mitteldevon südlich der Attendorn-Elsper Doppelmulde“, Jahrb. Preuß. Geol. Landesanstalt 1912, Bd. 33, T. 2, p. 265—318, Berlin 1913, ist mir eine bedauerliche Unachtsamkeit unterlaufen, die ich hiermit berichtigen will. Der Wunsch, die bei den Aufnahmearbeiten gefundenen neuen Versteinerungen zusammen mit den stratigraphischen Resultaten zu veröffentlichen, hatte mich verleitet, die Literatur nicht mit der nötigen Gründlichkeit zu berücksichtigen; auch habe ich einige Beobachtungsfehler zu berichtigen.

Gestützt auf zwei leidlich vollständige Exemplare habe ich in dem paläontologischen Anhange zu jener Arbeit die neue Gattung *Platyhexacrinus* aufgestellt, als deren Typus *P. inornatus* zu gelten hat, was ich dort zu betonen versäumt hatte. Die genannte Art betrachtete ich als den Typus der neuen Gattung, weil sie die Organisation am vollständigsten erkennen läßt, nämlich die Gestalt und Zusammensetzung des Kelches und der Kelchdecke, den Bau der Arme und der Pinnulae und auch den proximalen Teil des Stieles. Diese Art hat sehr wahrscheinlich glatte Täfelchen des Kelches und der Kelchdecke; die zweite, auch in der Gestalt des Kelches etwas abweichende Art, *P. ornatus*, hat aber deutliche Tuberkel auf allen Plättchen des Kelches und der Kelchdecke.

Bei der Beschreibung jener beiden Arten hatte ich die Gattung *Arthroacantha* Williams = *Hystricrinus* Hinde unbeachtet gelassen, für die die folgende Literatur in Betracht kommt:

H. S. Williams, On a crinoid with movable spines. Proceed. American Philosophical Society. **21**. 1383. p. 81—88. Williams hat das am meisten auffallende Merkmal dieser Formen, nämlich die an Echiniden-stachel erinnernden beweglichen Stachel, die Tuberkeln mit zentralem Eindruck aufsitzen, eingehend und richtig beschrieben. Die beiden von ihm durch Größe und durch Zahl und Länge der Stacheln unterschiedenen Arten haben 2 Costalia; der Stiel war noch nicht richtig erkannt worden.

G. J. Hinde, Description of a new species of crinoids with articulating spines. Ann. u. Mag. Nat. Hist. **15**. (5. Ser.) 1885. p. 157—173. Hinde hat die eine der Williams'schen Arten unter neuem Gattungs- und Artnamen ausführlich beschrieben. Neu und wichtig ist in der Beschreibung, daß er isolierte Stielfragmente, die durch besonders stark entwickelte Cirren ausgezeichnet sind, richtig als zu der von ihm beschriebenen Art gehörig erkanut hat.

Ch. Wachsmuth u. F. Springer. Revision of the Palaeocrinoidea, Part. III. Proceed. Academy Nat. Hist. Philadelphia 1885. p. 338—341.

Wachsmuth u. Springer beschäftigen sich mit nomenklatorischen Fragen und entscheiden sich für den Namen *Arthroacantha*. Sie zweifeln an der Zugehörigkeit der von Hinde beschriebenen cirrentragenden Stielfragmente zu dieser Gattung.

O. Follmann, *Hystricrinus Schwerdii* Follm., eine neue Crinoidenart aus den Oberen Coblenzschichten. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. **58**. 1901. p. 66—76. Die Arbeit Follmann's bedeutet einen großen Fortschritt, da hier zum ersten Male an vollständigeren Exemplaren die Zusammengehörigkeit der auffallenden cirrentragenden Stiele und vollständig erhaltener Arme mit zur Gattung *Arthroacantha* gehörigen Kelchen festgelegt werden konnte. An dieser neuen Art konnten nur Tuberkel mit zentralem Eindruck, keine Stacheln erkannt werden; auch diese Form besitzt 2 Costalia.

J. F. Whiteaves, Contributions to Canadian Palaeontology. Part. II. Geol. Survey of Canada. **1**. 1889. p. 96—98. Whiteaves bringt nur literarische Bemerkungen zu *A. punctobrachiata* Will., keine neue Beobachtungen.

Ch. Wachsmuth und F. Springer, The North American Crinoidea Camerata. **2**. Mem. Museum Comparat. Zool. Harvard College. **21**. 1897. p. 747—752. In diesem zusammenfassenden Werke werden nochmals die beiden schon bekannten amerikanischen Arten und eine neue, ebenfalls 2 Costalia besitzende ausführlich beschrieben.

Aus obigen Beschreibungen ergibt sich folgende kurze Diagnose der Gattung *Arthroacantha*: BB 3 gleichgroß; RR 5 sehr groß, mit kleinem halbmondförmigen Ausschnitt als Gelenkfläche für das folgende Costale und mit einer kielartigen Erhöhung unter dem Gelenkausschnitt; CC 2×5 klein von der Gestalt der BBr; über dem axC_2 beginnen die stark divergierenden Arme; die untersten BBr über axC_2 meist einzeilig oder wechselzeilig, die höheren bald zweizeilig werdend; jedes Br trägt eine Pinnula von 5 oder mehr Gliedern; AIR, so hoch als R, aber nicht so breit und mit weniger stark divergierenden Seitenkanten. Über die Zahl und Anordnung der IRR ist aus den Beschreibungen keine völlige Klarheit zu gewinnen; die Kelchdecke ist blasenartig aufgewölbt. Stiel mit alternierenden Gliedern verschiedener Breite und mit höheren Gliedern in unregelmäßigen Abständen, die Wirtel von starken, aufwärts gerichteten Cirren tragen. Das auffallendste Merkmal der Gattung sind die auf Tuberkeln mit einem zentralem Eindruck aufsitzenden Stachel auf allen Täfelchen der dorsalen und ventralen Kelchkapsel und z. T. auch der Brachialia.

Die beiden von mir beschriebenen Arten haben nun nach meiner früheren Beschreibung einige Besonderheiten gegenüber den vorher untersuchten Formen. So hatte ich angegeben, daß die als *Platyhexacrinus* beschriebenen Formen 3 Costalia über den Radialen besäßen, nicht 2 wie alle anderen, auch hatte ich keine auf den Besitz beweglicher Stachel hindeutende Merkmale an-

gegeben. Die bei den *Platyhexacrinus*-Arten von mir im Bau der Interradien und im Analinterradius angegebenen Abweichungen fallen weniger ins Gewicht, da über den Bau dieser Kelchteile bei den genannten Forschern keine Übereinstimmung besteht.

Zu der ersten Besonderheit, nämlich dem Besitz von 3 Costalien, muß ich feststellen, daß auch die *Platyhexacrinus*-Formen nur 2 Costalia besitzen, wie die anderen Arten von *Arthroacantha*. Tatsächlich scheint zwar die Reihe der Costalia länger als bei den früher beschriebenen Arten zu sein, es sind aber nur 2 Costalia vorhanden. Der Erhaltungszustand der Exemplare ist gerade an diesen Stellen nicht gut, und ich hatte eine wulstartige Erhabenheit unter dem halbmondförmigen Gelenkausschnitt in den Radialien für das erste Costale gehalten.



Fig. 1. Stielfragment von *Arthroacantha* (?) *ornata* mit kräftigen Cirren. Ziegelei NO von Olpe. Original in der Sammlung d. Geol. L.A. Berlin.

Zu der zweiten Besonderheit, dem Mangel der beweglichen Stacheln, ist zu bemerken, daß diese an den *Platyhexacrinus*-Arten nicht zu beobachten sind. Nun aber habe ich bei erneuter Prüfung der beiden Arten erkennen können, daß die Tuberkel von *P. ornatus* mitunter einen zentralen Eindruck erkennen lassen, der mit Sicherheit auf eine Bewehrung mit beweglichen Stacheln schließen läßt. Dagegen kann ich auf den Täfelchen der dorsalen Kelchkapsel von *P. inornatus* Tuberkel auch jetzt noch nicht erkennen, so daß sie auch keine beweglichen Stacheln getragen haben werden; auf den Plättchen der Kelchdecke hat man zwar an einigen Stellen den unklaren Eindruck, daß einige Tuberkel vorhanden gewesen sein könnten, aber das Vorhandensein von beweglichen Stacheln ist auch auf der Kelchdecke kaum wahrscheinlich. *P. inornatus* scheint demnach tatsächlich keine beweglichen Stachel besessen zu haben.

Jedenfalls geht daraus, daß sich der stachellose *P. inornatus* in allen anderen Organisationsverhältnissen aufs engste an die Arten mit beweglichen Stacheln anschließt, deutlich hervor, daß der Besitz beweglicher Stachel lediglich eine spezifische Eigentümlichkeit ist, was auch von Wachsmuth und Springer a. a. O.

1885, p. 340 betont worden ist. Es ist keinesfalls angängig, wie Hinde a. a. O., p. 162 ausführt, daß die beweglichen Stachel, die an Organisationsverhältnisse der Echiniden erinnern, diese Formen so weit von den ähnlich gebauten Hexacriniden entfernen, daß sie die Aufstellung einer neuen Familie der Hystricrinidae nötig machen.

Endlich ist nachzutragen, daß ich jetzt auch die für die Gattung *Arthroacantha* charakteristischen Stielglieder gefunden habe. In der Ziegelei NO von Olpe, dem Fundort des *P. ornatus*, fand ich das hier abgebildete Stielfragment mit ungewöhnlich kräftigen Cirren, das nunmehr unbedenklich zur oben genannten Art zu stellen ist.

Die vorstehenden Ausführungen lassen keinen Zweifel darüber, daß die von mir aufgestellte Gattung *Platyhexacrinus* ident ist mit *Arthroacantha* Williams sive *Hystricrinus* Hinde: der Name *Platyhexacrinus* ist daher einzuziehen und durch *Arthroocantha* zu ersetzen.

Es entsteht nun die Frage, welcher Gattungsname für diese amerikanischen und deutschen Formen zu wählen ist. Williams' Name *Arthroacantha* wurde von Hinde durch *Hystricrinus* ersetzt, weil ein ähnlicher, auf dieselben griechischen Wörter zurückzuführender Name, nämlich *Arthracanthus*, schon von Schmarda für eine Rotatoriengattung vorgeschlagen war. Wachsmuth und Springer a. a. O. 1885, p. 338—339, und ebenso Whiteaves a. a. O., p. 98 halten die Gründe Hinde's nicht für stichhaltig und haben den von Williams gegebenen Namen beibehalten, — mit Recht, denn nur völlige Identität von Namen kann eine Namensänderung rechtfertigen. Follmann dagegen hat den Namen *Hystricrinus* Hinde angenommen. Später haben dann Wachsmuth und Springer den nicht richtig gebildeten Namen *Arthroacantha* in den sprachlich richtigeren *Arthracantha* umgeändert, was ich nicht billigen kann. Es sind zwar in neuerer Zeit vielfach unrichtig gebildete Namen verbessert worden, so schreibt man jetzt häufig *Megalanteris* statt *Meganteris*, *Gastrocoma* statt *Gasterocoma* usw. Mit dieser neuen Sitte kann ich mich nicht befreunden, denn die naturwissenschaftliche Nomenklatur ist kein geeignetes Feld, um philologisches Besserwissen kundzutun. Bei anderen ebenfalls falsch gebildeten Namen denkt man ja auch nicht an Änderung, denn nach wie vor schreibt man *Megatherium*. Man kann daher z. B. Quenstedt[1] nur zustimmen, daß er den jetzt gebräuchlicheren Namen *Stringocephalus* in *Strigocephalus* umgeändert wissen will, da von Defrance diese Form zuerst als Strygocéphale[2] und später als *Strigocephalus Burtini*[3] bezeichnet worden ist, während der Name

[1] Die Brachiopoden. Leipzig 1871. p. 234.

[2] Tableau des Corps organisés fossiles. 1824. p. 110.

[3] Dictionaire de sciences naturelles. 1827. **51**. p. 102.

Stringocephalus auf eine Umänderung SANDBERGER's[1] zurückzuführen ist. Der Name allein vermag keine Vorstellung zu erwecken; erst durch Beschreibung und Abbildung wird er Begriff und Inhalt. Nach meiner Ansicht sollte der zuerst gegebene Name unter allen Umständen erhalten bleiben. Daher würde der Gattungsname für diese Formen *Arthroacantha* lauten.

Zu der Gattung *Arthroacantha* gehören folgende Arten, die hier nach dem geologischen Alter gruppiert aufgeführt werden:

1. *Arthroacantha* sp. indet. Aus dem alten Unterdevon, Siegener Schichten, liegt in der Sammlung der Geol. Landesanstalt Berlin von Walporzheim, Ahrtal, ein kurzes Stielfragment mit sehr kräftigen, aufwärts gerichteten Cirren, das zweifellos einer Art der Gattung *Arthroacantha* angehört. Das Stück ist schlecht erhalten; man erkennt eine aus verschieden breiten und verschieden hohen Gliedern zusammengesetzte Säule von 8 mm Breite, die in Abständen von 17 oder mehr mm von höheren Gliedern ausgehende Wirtel von kräftigen, ca. 5 cm langen Cirren tragen. Bemerkenswert ist dieser unvollkommene Rest als Beweis dafür, daß *Arthroacantha* in Deutschland schon zur Zeit des alten Unterdevons existiert hat.



Fig. 2. *Arthroacantha cupelmatus* n. sp. aus den Hunsrückschiefern von Bundenbach, Birkenfeld. Original in der Sammlung des Geol. Instituts der Universität Bonn.

2. *Arthroacantha cupelmatus* n. sp. Aus den Hunsrückschiefern von Bundenbach, Birkenfeld, liegt in der Sammlung des Geol.

[1] BRONN's Jahrbuch. 1842. p. 398. Allerdings entscheiden über die korrekte oder inkorrekte Form wissenschaftlicher Namen nicht die subjektiven Anschauungen des Einzelnen, sondern die Abmachungen wissenschaftlicher Vereinigungen. Red.

Instituts der Universität Bonn ein z. T. schlecht erhaltenes Exemplar einer neuen Art von *Arthroacantha*, die ich deshalb benennen zu dürfen glaube, weil die gleichartige Erhaltung der Crinoiden des Hunsrückschiefers die Art wahrscheinlich gut wird wiedererkennen lassen, denn der Stiel des einzigen, hier abgebildeten Exemplares ist vorzüglich erhalten. Im Gegensatz zu der jüngeren *A. Schwerdii* FOLLM. stehen die Cirren der vorliegenden Art viel weitläufiger, bei *A. Schwerdii* folgen die Cirren an einem größeren Exemplar in Abständen von 0,2—0,4 cm, bei *A. eupelmatus* ist der geringste Abstand zweier Cirrenwirtel 1, der größte 1,6 cm. Außerdem sind die Stielglieder der ersteren Art ohne Verzierung, die der neuen dagegen besitzen eine feine Längsriefelung am Außenrande, so daß ihr Rand crenuliert erscheint. Außer den hohen, Wirtel von Cirren tragenden Stielgliedern sind zwei in der Höhe unterschiedene Arten von Stielgliedern vorhanden, die unregelmäßig alternieren, über einem Wirtelglied folgen z. B. dreimal übereinander 7 niedrige, dann ein höheres Stielglied, dann 3 niedrigere,



Fig. 3. *Arthroacantha tenuispinata* n. sp. aus dem Obercoblenz des Liesertales. Original in der Sammlung des Geol. Instituts der Universität Bonn. Die Tuberkulierung der Täfelchen schematisiert.

2 höhere und endlich wieder ein Wirtelglied. Die Höhe und Breite der kleineren Glieder ist nicht ganz gleich. Die Crenulation zeigen am deutlichsten die kleinen Glieder. Die Zusammensetzung des Kelches ist sehr undeutlich, aber man kann mit Sicherheit schließen, daß er den für *Arthroacantha* charakteristischen Bau gehabt hat. Aus dem Abdruck ist deutlich ersichtlich, daß der Kelch der neuen Art viel schlanker gewesen ist als der von *A. Schwerdii*, dessen Basis eine außerdentlich flache Schüssel bildet.

3. *Arthroacantha Schwerdii* FOLLM. sp. aus dem Obercoblenz des Dörrbaches bei Coblenz, in der SCHWERD'schen Sammlung in Coblenz in mehreren Exemplaren vorhanden. Die von FOLLMANN sehr ausführlich beschriebene Art ist ausgezeichnet durch die sehr flache Basis und die fast parallel-kantigen Radialia, die beinahe einen Zylinder bilden. Die Tuberkel stehen ziemlich weitläufig und sind verhältnismäßig groß.

4. *Arthroacantha tenuispinata* n. sp. Aus dem Obercoblenz des Liesertales im Moselgebiet liegt unter der Bezeichnung *Poteriocrinus rhenanus* eine neue *Arthroacantha* in der Sammlung des

Geol. Instituts der Universität Bonn. Das Stück zeigt nur ein Bruchstück eines Kelches, das, für eine eingehende Charakterisierung nicht ausreichend, hier nur der Vollständigkeit halber beschrieben und benannt wird. Der Kelch ist sehr schlank, er bildet einen vollkommenen Kegel, dessen Seiten wahrscheinlich einen rechten Winkel gebildet haben. Sichtbar ist nur die dreiteilige Basis, ein vollständiges Radiale und zwei Bruchstücke eines anderen; der lange, neben dem Kelch liegende cirrenlose Stiel gehört offenbar nicht dazu. Außer der schlanken Gestalt ist für die Art die große Zahl der sehr kleinen Tuberkel bezeichnend, welch letztere in der Größe variieren. Auf den meisten Tuberkeln kann man den zentralen Eindruck, der auf eine Bewehrung mit beweglichen Stacheln schließen läßt, deutlich wahrnehmen.

5. *Arthroacantha ornata* m. *(Platyhexacrinus inornatus)*. Diese von mir im untersten Mitteldevon bei Olpe in Westfalen gefundene Art scheint auf der dorsalen Kelchkapsel keine Tuberkel und keine beweglichen Stachel besessen zu haben. In der Gestalt des Kelches erinnert sie an *A. Schwerdii*.

6. *Arthroacantha ornata* m. *(Platyhexacrinus ornatus)*, ebenfalls aus dem untersten Mitteldevon von Olpe. In der Gestalt des Kelches nähert sie sich *A. tenuispinata*, hat aber spärlichere und größere Tuberkel.

7. *Arthroacantha punctobrachiata* Williams (*Hystricrinus Carpenteri* Hinde sp.) aus dem Mitteldevon von Nordamerika (Hamilton group, Arcona and Barletts'chill, Ontario, Canada) ist ausgezeichnet durch sehr kleine Stacheln und relative Größe des Kelches.

8. *Arthroacantha depressa* W. u. Spr. aus dem Oberdevon von Nordamerika (Lower Chemung group, Steuben Co. N. Y.) ist leicht kenntlich an dem niedergedrückten, breiten Kelch, den breiten Costalien und den wenigen stacheltragenden Tuberkeln.

9. *Arthroacantha Ithacensis* Williams aus dem nordamerikanischen Oberdevon (Chemung group, Ithaca division, Ithaca, N. Y.) ist ausgezeichnet durch weniger zahlreiche, aber längere Stacheln als *A. punctobrachiata*.

Besprechungen.

Albert Johannsen: Manual of Petrographic Methods. New York bei Mc Graw-Hill Book Comp. 1914. XXVIII und 649 p. Mit 765 Figuren im Text.

Nach dem Verf. soll dieses Handbuch, welches nicht weniger als 42 Kapitel enthält, all die optischen Eigenschaften der Kristalle und verschiedenen Methoden, welche bei petrographischen Untersuchungen wichtig sind, vollständig behandeln.

Zuerst werden die kristallographischen Grundlagen kurz beschrieben und die stereographische Projektion mit den von derselben abzuleitenden Methoden eingehend dargelegt. Die allgemeinen Eigenschaften des Lichtes und die optischen Charakteristica der isotropen und anisotropen Substanzen werden dann in vier Kapiteln diskutiert. Die folgenden sechs Kapitel besprechen Linsen und Mikroskope. Die Beobachtungen im gewöhnlichen Lichte umfassen drei Kapitel. Messungen u. d. M., Zeichenapparaten, Drehapparaten, Farbe der Mineralien, monochromatischem Lichte, Untersuchungen mit geradem polarisiertem Lichte und Interferenzfarben widmet Verf. je ein Kapitel. Die nächsten sechs Kapitel besprechen die Untersuchungen zwischen gekreuzten Nicols, während die Beobachtungen in konvergentem Lichte in zwei Kapiteln behandelt werden. Dann folgen: Dispersion des Lichtes in Kristallen, das petrographische Mikroskop als Konoskop und die Methoden zur Beobachtung von Interferenzfiguren, Messung des optischen Charakters mittels der Interferenzfiguren und mit Drehapparaten, Bestimmung anderer optischen Eigenschaften mit dem Universaltische, optische Anomalien, Bestimmung des spezifischen Gewichtes, mechanische Trennung der Gesteinsbestandteile, mikrochemische Reaktionen, Herstellung von Gesteinsdünnschliffen und petrographische Sammlungen sind die Gegenstände der folgenden Abschnitte.

Wie schon angedeutet, soll der Student von petrographischen Methoden all das, was nötig ist, um ein klares Verständnis der verschiedenen optischen Eigenschaften der Kristalle zu erhalten, hier in diesem Handbuch finden können. Während die Gegenstände mehrerer Kapitel vollständig und verhältnismäßig klar behandelt worden sind, wurden es leider manche andere nicht. So z. B. läßt die Beschreibung der Bildung der einachsigen Interferenzfiguren, p. 417 und 418, an Klarheit vieles zu wünschen übrig. Dies ist auch der Fall bei der Besprechung der Interferenz von polarisiertem Lichte, p. 337, 338 und 339. Hier bei den Fällen II und IV, in $\frac{N\lambda}{2}$, muß N eine ungerade Zahl sein und nicht, wie angegeben, irgend eine beliebige. Abschnitt 287 über Interferenzfarben bedarf einer eingehenden Revision, denn die gegebene Diskussion ist weder klar noch akkurat. Obzwar das Kapitel über Dispersion, p. 442—448, nicht weniger als 29 Figuren enthält, werden die sehr wichtigen Beobachtungsmethoden zur Bestimmung der Dispersion der optischen Achsen nicht in deutlicher Weise angegeben. Die Figuren, welche die Farbenverteilung darstellen sollen, sind sämtlich ohne die nötige Erklärung. Die Angaben über die Einachsigkeitstemperatur des Gipses, p. 448, sind 15° und 25° zu hoch. Hier wurde die Arbeit von HUTCHINSON und TUTTON nicht erwähnt. Abschnitt 404, p. 457, über die Anwendung des Glimmerplättchens, gibt dem Studenten keine genügende Erklärung

dieser wichtigen Erscheinungen. Fig. 113 bis 118 sind umzustellen. Die begleitende Diskussion wäre auch bedeutend einleuchtender, wenn Verf. die oberen anstatt die unteren Kreise in Fig. 108 bis 118 punktiert gezeichnet hätte.

Die Interferenzerscheinungen der optisch aktiven Substanzen, besonders die des Quarzes, in konvergentem Lichte sind nicht erwähnt, was sehr zu bedauern ist. Das ausgangs 1911 vom Verf. beschriebene Zeichenbrett wird, p. 18 und 19, abgebildet und eingehend besprochen, ohne jedoch die früher von Wülfing beschriebenen Wandtafeln an dieser Stelle zu erwähnen, obgleich das Zeichenbrett von Johannsen bekanntlich nur eine Modifikation und Erweiterung der Wülfing'schen Tafel ist. Die Wülfing'schen Wandtafeln werden erst später, p. 26, als Nebenapparate zur stereographischen Projektion erwähnt.

In einigen Fällen sind die Zitate nicht vollständig angegeben, so z. B., um nur eins zu erwähnen, findet man auf p. 331 „Winchell, Elements etc., 62—63", was sicherlich dem Anfänger Schwierigkeiten bereiten wird, um das betreffende Buch in den verschiedenen Literaturverzeichnissen zu finden.

Obzwar das Buch allerlei Methoden für petrographische Untersuchungen beschreibt, sind leider die fundamentalen Teile der Kristalloptik, welche dem Anfänger und dem Vorangeschrittenen immer viele Schwierigkeiten machen, öfters in sehr unvollkommener und fehlerhafter Weise behandelt. Wenn man beim Durchblättern eines Buches, welches als das letzte Wort angegeben wird, fortwährend auf Fehler oder unklare Darstellungen und Angaben stößt, so muß der Gebrauch desselben immer von mehr oder minder Mißtrauen begleitet sein. Die Ausstattung des Buches betreffs des Druckes und der Abbildungen ist vorzüglich.

E. H. Kraus.

E. Artini: I Minerali. Mailand bei U. Hoepli. 1914. 422 p. Mit 132 Textfiguren und 40 Tafeln in Chromolithographie.

Verf. will dem Mangel eines für Sammler und Studenten gleich brauchbaren italienischen Lehrbuchs der Mineralogie durch sein Buch abhelfen. Die Einteilung ist die bei solchen Lehrbüchern gewöhnliche. Die allgemeine Mineralogie umfaßt 185 p., die Mineralbeschreibung, bei der italienische Mineralien und Fundorte besonders berücksichtigt sind, den Rest. Die Darstellung ist wissenschaftlich, die Textfiguren wegen des sehr kleinen Formats des Buches (15 cm hoch, 10 cm breit) z. T. undeutlich, besonders die Abbildungen der Instrumente. Nicht alle farbigen Darstellungen sind gelungen.

Max Bauer.

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Dr.-Ing. **Alfred Finckh**, Stuttgart, fiel am 26. September 1914 als Unteroffizier der Reserve im 16. Sächsischen Infanterie-Regiment No. 182 bei einem Sturmangriff auf Juvincourt, Dep. Aisne, im Alter von 25 Jahren. Obgleich er sich speziell der organischen Chemie gewidmet hatte, so verdanken wir ihm doch als einem vorzüglichen Sammler und feinen Beobachter nicht nur eine Anzahl paläontologischer Neuigkeiten, sondern auch hervorragende geologische Aufnahmen und chemisch-petrographische Untersuchungen in Württemberg. Seine Arbeiten, soweit sie publiziert sind, finden sich in den Württ. Naturwissenschaftlichen Jahresheften 1910, 11 und 12. Ein wertvolles Aufnahmematerial wurde dem Statistischen Landesamt und eine Anzahl schöner Fossilien der K. Naturaliensammlung übergeben.

Dr. **Alfr. Sauer**, Oberleutnant der Reserve im Füsilierregiment No. 122, ist seinen im August 1914 erhaltenen Verwundungen im Alter von 32 Jahren in Trier erlegen. Er studierte in Tübingen, arbeitete dort im geologisch-mineralogischen Institut vorwiegend auf den Gebieten der Mineralogie und Kristalloptik und promovierte bei Prof. v. Koken 1908 mit einer Dissertation über „Zonarstruktur mit besonderer Berücksichtigung der Feldspate“. Nach vorübergehender Beschäftigung im Schuldienst wurde er im Juli 1913 Assistent an der Geologischen Landesanstalt in Stuttgart und befaßte sich mit chemischen Untersuchungen von Gesteinen und Bodenproben, insbesondere aus dem oberschwäbischen Diluvialgebiet.

Dr. **Eberhard Walter**, geboren am 25. Juni 1889 in Plieningen bei Stuttgart, seit dem 1. August 1913 Hilfsarbeiter an der Geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, als Leutnant der Reserve im Reserve-Fußartillerie-Regiment No. 13 gefallen am 6. Januar 1915 südlich von Sennheim im Oberelsaß. Er studierte von 1909—1913 Geologie und verwandte Fächer in Tübingen, München und Berlin. Seine Promotionsarbeit „Hydrologische Untersuchungen des Hils, des Ohmgebirges und des Kyffhäusers“ wird demnächst in den Geologischen und Paläontologischen Abhandlungen (N. F. 13. H. 4) erscheinen. Einen kleineren Aufsatz über die isostatische Theorie veröffentlichte er in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift. Einen für die Wasserversorgung des industriereichen lothringischen Moseltals wichtigen Auftrag, die Untersuchung der Moselterrassen, hat er mit gutem Erfolg zu Ende geführt. Mit ihm sind viele Hoffnungen verloren gegangen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur systematischen Stellung der Pelecypodengattung Pomarangina.

Von **C. Diener.**

Im Jahre 1908 habe ich unter dem Namen *Pomarangina* eine interessante neue Bivalvengattung aus der oberen Abteilung der der julischen Unterstufe der Trias angehörigen „Grey beds“ in Spiti (Central-Himalaya) beschrieben[1]. Mir war nur eine einzige Art der neuen Gattung bekannt geworden, der ich den Namen *Pomarangina Haydeni* beilegte und die selbstverständlich als Gattungstypus zu gelten hat. Sie erwies sich als eines der häufigeren Leitfossilien der oben bezeichneten Schichtgruppe in den Profilen zwischen Pomarang und Mani und westlich von Lilang.

Ungeachtet eines ziemlich reichen Materials an Steinkernen und wenigstens teilweise erhaltenen Schalenexemplaren beider Klappen blieb die systematische Stellung dieses neuen Genus unsicher. Als besonders charakteristische Merkmale konnten hervorgehoben werden: Die stark gewölbte Gestalt der beiden dickschaligen Klappen der ziemlich schräg-ovalen, in der Vorderansicht herzförmigen Muschel, die Ungleichklappigkeit, indem — abweichend von der äußerlich ähnlichen *Physocardia* Woehrm. — die rechte Klappe die linke an Größe ganz erheblich übertrifft, die starke Einrollung der prosogyren Wirbel, endlich der vollständige Mangel von Hauptzähnen im Schloß. Nur auf die Anwesenheit schwacher Seitenzähne konnte aus kleinen Vertiefungen an den entsprechenden Stellen des Steinkerns geschlossen werden.

Ich habe *Pomarangina* mit großer Reserve provisorisch in die Familie der Cardiniidae eingereiht und auf die Möglichkeit genetischer Beziehungen zu *Pachycardia* Hau. hingewiesen, ohne die ernsten Bedenken zu unterdrücken, die einer solchen Annahme entgegenstehen.

Auch F. Broili führt in der dritten Auflage von K. v. Zittel's „Grundzügen der Paläontologie“ (I. p. 327) *Pomarangina* unter den Vertretern der Cardiniidae an.

Über weitere Funde von Repräsentanten der Gattung *Pomarangina* ist vor kurzem von zwei Seiten Bericht erstattet worden.

In den mutmaßlich karnischen Triasschichten von Van-yen in Tonking fand Leutnant Magnin einige merkwürdige dickschalige

[1] C. Diener. Ladinic, carnic and noric fossils of Spiti. Palaeontol. Indica, ser. XV. Himal. Foss. Vol. V. No. 3. Calcutta 1908. p. 64. Pl. X fig. 5, 6.

Muscheln, die H. Mansuy[1] zunächst mit berechtigtem Zweifel zur Gattung *Neomegalodon* stellte. Später erkannte er ihre Übereinstimmung mit *Pomarangina*. Da eine direkte Identifizierung mit der Spiti-Art nicht vorgenommen werden konnte, so brachte er für die Muschel aus Van-yen den Namen *P. cordiformis* in Vorschlag.

Auch diese Art teilt mit dem Gattungstypus aus dem Himalaya die Ungleichklappigkeit und die stark eingerollten prosogyren Wirbel. Mansuy konnte an seinen Exemplaren meine Diagnose bezüglich des Fehlens von Hauptzähnen im Schloß bestätigen. Ja, er geht in gewisser Hinsicht noch weiter, indem er auch die Anwesenheit von Lateralzähnen in Abrede stellt, so daß *Pomarangina* zu den Formen mit völlig verkümmertem Schloß gehören würde.

Ferner hat L. Krumbeck[2] in seiner eben erschienenen Monographie der Padang-Schichten von West-Sumatra eine Muschel beschrieben, die er mit *Pomarangina Haydeni* vergleicht. Im Innern der rechten Klappe beobachtete er „auf der ziemlich breiten, massiven Schloßplatte einen einzigen, mächtigen, 25 mm langen, 10 mm breiten, 6 mm hohen, ringsum steil aufstrebenden, fast parallel zum Schloßrande verlaufenden, beinahe halbkreisförmig gebogenen Schloßzahn mit beträchtlich verdickten Enden". Da die Ausbildung dieses Schloßzahns ihn lebhaft an jene bei *Gonodon laticostatus* Muenst. und *G. rostratus* Muenst. aus den Cassianer Schichten erinnerte, so glaubte er *Pomerangina* in die Nähe von *Gonodon* und mithin in die Familie der Lucinidae stellen zu können.

Dieser Auffassung Krumbeck's kann ich mich nicht anschließen, glaube vielmehr, mich gegen eine Identifizierung der Muschel aus dem Tambang-Profil mit *Pomarangina* aussprechen zu müssen. Die erstere unterscheidet sich schon äußerlich nicht unwesentlich von *Pomarangina Haydeni* und *P. cordiformis* durch ihre Gleichklappigkeit und dadurch, daß die Wirbel nicht spiral eingerollt sind. Vor allem aber scheint mir der gewaltige Kardinalzahn zu der Diagnose von *Pomarangina* nicht zu passen. Weder ich noch Mansuy haben an unseren Exemplaren Spuren eines solchen, doch sehr auffallenden Zahnes gefunden, die auch auf Steinkernen sichtbar sein müßten. Es wäre doch sehr merkwürdig, wenn zwei Beobachter, die ein ungleich reicheres Material als Krumbeck in ihren Händen gehabt haben, die Spuren eines so auffallenden Schloßzahnes übersehen hätten, vorausgesetzt, daß ein solcher wirklich vorhanden gewesen wäre.

Ich halte demgemäß an der Überzeugung fest, daß *Poma-*

[1] H. Mansuy, Sur la présence du genre *Pomarangina* Dien. du Trias de l'Himalaya dans le Trias du Tonkin. Mém. Serv. géol. de l'Indochine. Vol. II. fasc. 5. Hanoi-Haiphong 1913. p. 34.

[2] L. Krumbeck, Obere Trias von Sumatra. Die Padang-Schichten von West-Sumatra. Beitr. z. Geol. v. Niederl.-Indien von G. Boehm. II/3. Palaeontographica, Suppl. IV. 1914. p. 256.

rangina keinen Hauptzahn besitzt und daß KRUMBECK's Muschel infolgedessen nicht zu diesem Genus gestellt werden kann. Ich schlage für sie einen neuen Namen *Krumbeckia tambangensis* vor.

Krumbeckia darf allerdings in die Familie der Lucinidae eingereiht und an *Gonodon* SCHAFH. angeschlossen werden, von dem sie sich nach KRUMBECK's Ausführungen durch die schräg-ovale Gestalt der Schale und durch den stärker individualisierten Kardinalzahn unterscheidet. Dagegen kann man meines Erachtens *Pomarangina* nicht mit den Luciniden in eine nähere Beziehung bringen. Wohl gibt es auch in dieser Familie Formen mit reduzierten Schloßzähnen, aber die sehr ungleiche Größe beider Klappen und die auffallend starke Einrollung der Wirbel stimmen schlecht zu einem Repräsentanten derselben. Wahrscheinlich wird man für *Pomarangina* eine besondere Familie errichten müssen, was in Anbetracht der großen Selbständigkeit der triadischen Lamellibranchiatenfaunen des Himamalayischen Reiches kaum Bedenken erregen kann.

Notiz über die Jura- und Tertiärablagerungen bei Rosheim im Unter-Elsaß.

Von **Cl. Leidhold,** zurzeit Stettin.

Zwischen den Städten Rosheim und Oberehnheim erhebt sich in der Vorbergzone der Vogesen die Hügelgruppe des Bischen- und Nationalberges. Der nördliche Bischenberg erreicht eine Höhe von 361 m, der südlich anschließende Nationalberg 321 m; beide sind durch ein nach der Rheinebene sich öffnendes Tal getrennt. Nach Osten fallen die Anhöhen allmählich ab und werden von Löß bedeckt. Nach Süden, nach dem Tal der Ehn, und nach Westen bedingen die mitteloligocänen Konglomerate einen Steilabfall. Nach Norden und Nordwesten verflacht sich das Gelände im Gebiete der Keuper- und Juraablagerungen unterhalb des Hauptooliths allmählich bis nach Rosheim.

Während die Juraablagerungen dieses Gebietes in der Literatur nur ganz gelegentlich erwähnt werden [1], sind die tertiären Schichten verschiedentlich Gegenstand näherer Untersuchungen gewesen, und zwar interessierten dabei besonders die Eocänablagerungen des Bischenberges. Eocäne Süßwassermergel und -Kalke sind am Rande der Vogesen in einer Reihe kleiner Vorkommen bekannt, von denen das in bezug auf seine Lagerungsverhältnisse und seinen fossilen Inhalt am besten durchforschte der Süßwasserkalk von Buchsweiler ist [2]. Das Eocän des Bischenberges ist in

[1] DAUBRÉE, Description géologique et minéralogique du département du Bas—Rhin. Strasbourg. 1852.

[2] ANDREAE, Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs. Die älteren Tertiärschichten im Elsaß. Abhandl. z. geol. Spezialk. v. Elsaß-Lothringen. **2.** Heft 3.

der Literatur bereits von DAUBRÉE verzeichnet (l. c. p. 202), später dann von ANDREAE in verschiedenen Arbeiten gelegentlich gestreift worden. Einige Angaben finden wir bei FLICHE und BLEICHER [1] und schließlich bei KESSLER [2]. ANDREAE stellte die Eocänablagerungen des Bischenberges zwischen den mitteleocänen Buchsweiler Kalk und den für obereocän bis unteroligocän angesprochenen Melanienkalk von Brunstatt bei Mülhausen. FLICHE und BLEICHER glaubten anfangs die fraglichen Schichten den mitteloligocänen Ablagerungen von Lobsann gleichstellen zu müssen, nach weiteren Fossilfunden hielten sie die Bischenberg-Süßwasserschichten für gleichaltrig mit dem Buchsweiler Kalk. KESSLER läßt die Frage nach dem Alter dieser Ablagerungen offen.

An dem Aufbau des Bischenberges beteiligen sich Keuper, Jura und Tertiär. Die mesozoischen Schichten sind, wie erwähnt, auf den Nordwest- und Nordabhang des Hügels beschränkt. Als Grenze gegen W mag eine Verwerfung angesehen werden, die von Rosheim in NNO—SSW-Richtung auf Börsch streicht und oberen Muschelkalk gegen mittleren Keuper verwirft. Von dieser Verwerfung ab konnte, den Bischenberg ansteigend, eine vollständige Schichtenfolge vom mittleren Keuper an bis zu den *Varians*-Schichten der Bath-Stufe festgestellt werden. Es mag indessen betont werden, daß gute Aufschlüsse mit Ausnahme im Hauptoolith völlig fehlen; die Jura- und Eocänablagerungen, sowie die Küstenkonglomerate am Südhang des Nationalberges sind fast ausschließlich mit Reben bepflanzt. Erschwerend bei den Untersuchungen wirkt die starke Überschüttung mit Hauptoolithbruchstücken und Tertiärgeröllen. Durch geeignete Kombination zufälliger Aufschlüsse, besonders bei Anlage von Rebbergen, gelang es immerhin, die Schichtenfolge nachzuweisen. Die Schichten streichen ziemlich parallel mit dem Hang des Hügels in NNO—SSW-Richtung und fallen nach SO bis zu 35° ein, so daß die einzelnen Zonen als schmale Bänder am Hügel ausstreichen.

Von den Ablagerungen des mittleren Keupers konnten die auch sonst unterschiedenen Abteilungen festgestellt werden. Im Steinmergelkeuper, der an den polyedrisch zerfallenden Bruchstücken seine Anwesenheit verrät, wurde in einer der unteren Steinmergelbänke, die den violetten bis grauen Mergeln eingeschaltet sind, eine kleine Zweischalerbank mit nicht näher bestimmbaren Formen (*Pseudocorbula?*) festgestellt. Der obere Keuper (Rhät) zeigt, wie auch sonst, unten schwarze, schiefrige Tone mit Sandsteinlagen, und oben die roten, fetten Tone, die gegen die grauen Mergel und Kalke des unteren Lias scharf abgrenzen.

[1] Recherches sur le terrain tertiaire d'Alsace. Bullet. de la Soc. d'histoire naturelle de Colmar. 1885.

[2] Die tertiären Küstenkonglomerate in der mittelrheinischen Tiefebene. Mitteil. d. geol. Landesanst. v. Elsaß-Lothringen. 7. Heft 2.

Dieser erstreckt sich in einem schmalen Bande am Fuß des Bischenberges östlich Börsch bis nach Rosheim, und zwar streichen die Schichten, wie in einem jetzt zugeworfenen und eingeebneten Steinbruch beobachtet wurde, N 25° O und fallen nach SO ein. In diesem Aufschluß war der Wechsel von Mergeln und Kalken gut zu beobachten. In den Weinbergen ist der Lias *α* an dem massenhaften Vorkommen von Gryphäen leicht zu erkennen. Die obersten mehr schiefrigen Ablagerungen mit *Pentacrinus tuberculatus* und *Belemnites acutus* sind weiter südlich in den horizontal liegenden Liasschichten von Otrott aufgeschlossen. Daß auch die tieferen Zonen vorhanden sind, zeigt das gelegentliche Vorkommen von *Schlotheimia angulata* Schloth. Von weiteren Versteinerungen wurden außer Bruchstücken von Arieten (Gruppe des *Arietites Bucklandi* Sow.) gefunden: *Rhynchonella gryphitica* Qu., *Rh. plicatissima* Qu., *Avicula inaequivalvis* Sow., *Ostrea irregularis* Münst., *Lima pectinoides* Sow. Die fossilfreien Tone und Mergel des Lias *β*, die häufig Eisenovoide führen, entziehen sich meist der Beobachtung, sind jedoch vorhanden. Auf die Anwesenheit der Raricostatenschichten deuten Bruchstücke des leitenden Ammoniten sowie häufigere Vorkommen von *Gryphaea obliqua* Goldf., die indessen auch tiefer vorkommt. Der mittlere Lias streicht von der Anhöhe südlich Börsch in der oben genannten Richtung am Hang des Bischenberges entlang. Die hellen kalkigen *Numismalis*-Mergel führen *Rhynchonella rimosa* v. Buch, *Rh. furcillata* Theod., *Waldheimia numismalis* Lam. sp., *Spiriferina Walcotti* Qu., *Sp. verrucosa* v. Buch. Der *Davoci*-Kalk ist überall leicht zu finden; lichtgrau gefärbte, geflammte Kalke, die reichlich Versteinerungen führen. Meist handelt es sich um Belemniten und Bruchstücke von Ammoniten, namentlich: *Lytoceras fimbriatum* Sow., *Aegoceras capricornu* Schloth. sp., *Aeg. Davoci* Sow., *Belemnites apicicurvatus* Blainv., *B. clavatus* Schloth., *B.* cf. *ventroplanus* Voltz. Am besten sammelt man diese Fauna in dem Tälchen, das beim Schlachthaus von Rosheim in den Rosenmeerbach mündet. Es folgen die *Margaritatus*-Schichten (Ovoidenmergel); graue Tone und Mergel mit massenhaft eingelagerten, schalig zerfallenden Toneisensteinkonkretionen; septarienführende Knollenmergel konnte ich nicht finden. Leidlich aufgeschlossen waren die Ovoidenmergel, allerdings ohne Toneisensteinknollen, in einer Mergelgrube an der Bahnstrecke Börsch—Otrott, etwa 500 m vor der Haltestelle St. Leonhard. Hier wie an anderen Stellen wurden oft gefunden: *Amaltheus margaritatus* Montf. var., *Belemnites paxillosus* Schl., *B. clavatus* Qu., *B. compressus* Stahl, Steinkerne von Gastropoden. Die *Costatus*-Schichten sind ein leicht kenntlicher Horizont. Wie im nördlichen Unter-Elsaß sind es wenig mächtige, hellbraun verwitternde, feste, körnige und fossilreiche Kalke, die gelegentlich Toneisensteinkonkretionen führen. Von gut erhaltenen Fossilien wurden beobachtet: *Amaltheus spina-*

tus Brug., *Pecten aequivalvis* Sow., *Plicatula spinosa* Sow., *Rhynchonella acuta* Sow. Posidonienschiefer konnten nirgends anstehend gefunden werden, werden aber gleichwohl vorhanden sein und nur mit den Tonen und Mergeln höherer und tieferer Ablagerungen verwachsen sein. Interessant ist der Nachweis der Zone des *Harpoceras bicarinatum* Ziet. am Bischenberg. Diese Zone wurde zuerst im Elsaß von Schirardin[1] bei Heiligenstein nördlich Barr erkannt. Von hier erstreckt sie sich in nördlicher Richtung über den Rücken südlich Börsch, wo sie in den Eisenbahneinschnitt an der Kurve der Strecke Börsch—Otrott schlecht aufgeschlossen sind und die verkiesten Versteinerungen an dem aufgeschütteten Bahndamm dicht bei der oben erwähnten Mergelgrube in den Amaltheenschichten gesammelt werden können; weiterhin konnte sie am ganzen westlichen und nördlichen Hang des Bischenberges aufgefunden werden. Braune brockige Mergel mit Phosphoritknollen und vielen verkiesten Ammoniten charakterisieren die Zone, die man bei einigem Suchen nicht wird übersehen können. Von Versteinerungen fanden sich nach teilweiser freundlicher Bestimmung des Herrn Dr. Schirardin folgende Formen:

Serpula gordialis Schloth.
Variamussium incrustatum Defr.
Nucula Hammeri Roem.
Leda subovalis Goldf.
— *rostralis* Lam.
Astarte sp.
Cypricardia brevis Wright.
Lytoceras sublineatum Opp.
— sp.
Coeloceras Raquini d'Orb.
Hammatoceras insigne Schübler mut. praec.
Dumortieria signata Buckm.
Denkmannia erbaense Hauer
Haugia jugosa Sow.
— *variabilis* Schirard.
— sp.
Brodiceras primaerum Schirard.
— *comense* Buckm.
Ludwigia Beneckei Schirard.
Harpoceras bicarinatum Ziet.
— *subtile* Schirard.
Pseudolioceras ramosum Schirard.
— *Caecilia* Rein. mut. post.
— *lythense* J. u. B. mut. post.
— sp.
Lioceras cf. *elegans* Sow.
Cotteswoldia frequens Schirard.
Grammoceras penestriatulum Buckm. mut. praec.
— *toarcense* d'Orb. mut. praec.
— *lateroplanum* Schirard.
— sp.
Pseudogrammoceras subfallaciosum Buckm. mut. praec.
— *Cotteswoldiae* Buckm. mut. praec.
— sp.
Phlyseogrammoceras sp.
Belemnites irregularis Schloth.
— *bipartitus* Schloth.
— *digitatis* Blainv. mut. praec.
— *Blainvilli* Voltz.

[1] Der obere Lias von Barr—Heiligenstein. Mitteil. d. geol. Landesanst. von Elsaß-Lothringen. 8. p. 339—448.

Von diesen Versteinerungen gehören nur sehr wenige Formen der Zone der *Lillia Lilli* Hauer, der übrige Rest gehört ausschließlich der Zone der *Haugia variabilis* d'Orb. an, die auch bei Barr gegenüber der unteren Zone durch ihren Fossilreichtum ausgezeichnet ist. Es folgen die eigentlichen *Jurensis*-Schichten; graue Mergel mit Phosphoritknollen und einigen Versteinerungen. Die fossilreichen Kalkknollen, wie sie sonst in den *Jurensis*-Schichten des nördlichen Unter-Elsaß gerade für diese Zone so charakteristisch sind, wurden nicht angetroffen. Von den wenigen lose umherliegenden, meist kleinen Versteinerungen seien genannt: *Lytoceras jurense* Ziet., *L. rugiferum* Pomp., *Hammatoceras insigne* Schübl., *Grammoceras fallaciosum* Bayle, *Gr.* cf. *toarcense* d'Orb. sp., *Gr. quadratum* Haug. *Pseudolioceras compactile* Simps., *Belemnites longisulcatus* Voltz, *B. tripartitus* Schl.

Der untere Dogger beginnt mit Tonen, kalkigen Mergeln und wenig Mergelkalken, die im allgemeinen fossilleer sind; es wurden nur einige Belemniten und ein Exemplar von *Grammoceras* cf. *aalense* Ziet. gefunden; die sonst so bezeichnende *Astarte Voltzi* und die übrige kleine Fauna wurde nicht angetroffen. Gut charakterisiert sind die Schichten mit *Trigonia navis*, Tone und Mergel mit Einlagerungen von versteinerungsreichen Kalkknollen. Derartige fossilführende Knollen kommen besonders vor an dem Weg, der bei der Quelle unterhalb des Gehöftes Kilbs im Tal in südöstlicher Richtung durch die Weinberge auf die Chaussee Börsch—Oberehnheim führt; von hier stammen auch die Versteinerungen aus den *Jurensis*-Schichten. Manche der *Opalinus*-Knollen führen ausschließlich Ammoniten, in einer anderen fanden sich nur taxodonte Zweischaler. Die Fauna setzt sich zusammen aus:

Gervillia Hartmanni Goldf.	*Dumortieria pseudoradiosa* Brco.
Nucula Hammeri Defr.	*Grammoceras aalense* Ziet.
Arca liasina Roem.	— *fluitans* Dum.
Trigonia navis Lam.	*Lioceras opalinum* Rein.
— *pulchella* Ag.	*Belemnites breviformis* Voltz
Pleuromya unionides Ag.	— *subclaratus* Voltz.

In der Zone der *Ludwigia Murchisonae* lassen sich zwei Abteilungen unterscheiden. Unten liegen harte, blaugraue, sandige Kalke, darüber folgen die echten gelben *Murchisonae*-Sandsteine, die ihren Kalkgehalt bei der Verwitterung meist verlieren. Diese Schichten sind an dem den Hang des National- und Bischenberges entlang ziehenden Weg oberhalb der Chaussee Börsch—Bischofsheim leidlich aufgeschlossen. In den unteren kalkigen Schichten herrscht *Pecten* (*Variamussium*) *personatus* Ziet., *Pseudomonotis elegans* Sow. und *Posidonomya Suessi* Opp. in einer kleinen Form. In den eigentlichen Sandsteinen kommt eine große Form der *Posidonomya Suessi* vor, ferner *Pecten* (*Entolium*) *demissus* Phil., *Gervillia*

subtortuosa Opp.; *Pecten personatus* ist hier seltener. Ferner wurden angetroffen: *Terebratula* cf. *perovalis* Sow., *Lima contracta* Qu., *Ostrea calceola* Ziet., *Gryphaea calceola* Qu., *Modiola plicata* Sow., *Ludwigia Murchisonae* Sow. sp. Die eisenoolithische Fazies der *Murchisonae*-Schichten wurde am Bischenberg nicht beobachtet, ist indessen etwa 2 km weiter südlich in den Rebbergen westlich Bernhards weiter vorhanden, wo sie auf die untere Hälfte der Zone beschränkt zu sein scheint. Die Einteilung und das Auffinden der mittleren Doggerablagerungen hat besonders unter den oben angegebenen Beobachtungsschwierigkeiten zu leiden. Die Zone der *Sonninia Sowerbyi* ist vertreten durch graue Mergel mit Einlagerungen von grauen tonigen Kalken; in den unteren Lagen kommen gelegentlich Eisenovoide vor. Von Versteinerungen, die man am besten, ebenso wie die der nächsten Zone, in den Weinbergen nordwestlich Bernhardsweiler sammelt, wurden *Montlivaultia sessilis*, *Ctenostreon pectiniforme* Schl., *Perna crassitesta* Mnstr., Myaciten beobachtet. Als Vertreter der blauen Kalke des Unter-Elsaß sind dünnbankige dunkle, sandige Kalke anzusehen, die einen gewissen Gehalt an kohliger Substanz enthalten und bei der Verwitterung auf den Schichtflächen die als *Cancellophycus scoparius* bezeichnete Verwitterungsform zeigen. *Lingula Beani*, die im Unter-Elsaß stellenweise massenhaft auftritt und auch noch in den Küstenkonglomeraten des Scharrachberges vorkommt, konnte nicht gefunden werden. Die *Polyschides*-Schichten (Schichten mit *Stephanoceras Humphriesi* Sow., *Sphaeroceras polyschides* Waag. und *Sauzei* d'Orb.) sind ausgebildet als gelbe mürbe Kalke und Mergel. Charakteristisch sind Einlagerungen von dunkelgrauen eisenoolithischen Kalken, die kaum übersehen werden können. Die gelben mürben Kalke führen an Versteinerungen *Rhabdocidaris horrida* Quenst., *Serpula socialis* Goldf., *Pustulopora Quenstedti* Waag., *Rhynchonella spinosa* Schl. var., *Pseudomonotis Münsteri* Bronn, *Ostrea flabelloides* Lam., *Pleuromya tenuistria* Ag., *Harpoceras* sp. Schlecht aufgeschlossen sind die *Giganteus*-Mergel, immerhin wurde *Belemnites giganteus* Schloth. verschiedentlich gefunden. In den *Blagdeni*-Schichten findet man gelegentlich kleine Aufschlüsse unterhalb des Hauptooliths, da die Mergel gern zum Mergeln der Weinberge benutzt werden; zudem sind die Schichten an den bis kopfgroßen Kalkknollen leicht kenntlich. Von Versteinerungen fanden sich *Pecten lens* Sow., *Pseudomonotis Münsteri* Bronn, *Modiola cuneata* Sow., *Astarte minima* Qu.

Der jetzt folgende Hauptoolith bildet wie überhaupt im Elsaß den am besten erkennbaren und aufgeschlossenen Schichtenkomplex; von der Schliffmühle zieht er sich am Westhang des Nationalberges und des Bischenberges entlang und biegt dann allmählich um bis zum Kloster Bischenberg. In einer isolierten Anhöhe, dem Bruderberg, tritt er westlich Rosheim nochmals heraus; ein anderes kleines

Vorkommen liegt zwischen Lias- und Doggerschichten eingeklemmt etwas unterhalb der von Bischofsheim nach Börsch führenden Chaussee. Überall ist der Hauptoolith in einer Reihe Steinbrüche gut aufgeschlossen. Die unteren Schichten sind im allgemeinen massig, stark zerklüftet, die Oolithstruktur tritt häufig zurück; nach oben werden sie deutlich, die Schichtflächen heben sich gut ab. Die obere Abteilung ist auch hier besonders reich an Versteinerungen, die zwischen den Kluft- und Schichtflächen oft schön erhalten sind. Besonders die Steinbrüche im Bruderberg sind den Sammlern schon lange als Fundpunkt bekannt, aber auch die anderen Steinbrüche beherbergen stets eine Reihe Fossilien. Nach Aufsammlungen des Herrn Dr. Bull und nach eigenen Funden konnte ich folgende Fauna feststellen:

Pentacrinus cristagalli Qu.
Cidaris maeandrina Ag.
— *Zschokkei* Cott.
Clypeus Ploti Klein
Echinobrissus Renggeri Desor
Serpula conformis Goldf.
— *convoluta* Goldf.
— *gordialis* Goldf.
— *socialis* Goldf.
Stromatopora dichotoma Lamour.
Waldheimia subbucculenta Chap. u. Dew.
— *ornitocephala* Sow.
— sp.
Rhynchonella lotharingica Haas
Pseudomonotis Münsteri Bronn
Ctenostreon pectiniforme Sow.
Ostrea acuminata Sow.
— *Marshi* Sow.
— *eduliformis* Ziet.
Hinnites objectus Phil.
Trichites sp.
Lithophagus inclusus Phil.
Macrodon hirsonense d'Arch.
Limopsis oolithica d'Arch.
Trigonia flecta Morris u. Lycett.
— sp.
Astarte detrita Goldf.
Pleuromya angusta Ag.
Pleurotomaria armata Goldf.
Nerinea sp. div.
Belemnites giganteus d'Orb.
— *württembergicus* Opp.
— *canaliculatus* Ziet.

Außerdem gibt Schlippe [1] noch eine Anzahl Versteinerungen aus den Steinbrüchen vom Bruderberg und bei Rosheim an, die zur Vervollständigung der obigen Liste aufgeführt werden mögen:

Rhynchonella cf. *Forbesi* Davids.
Pecten lens Sow.
Pinna cuneata Phil.
Gervillia acuta Sow.
Cucullaea Goldfussi F. A. Roem.
Trigonia hemisphaera Lycett.

Bei Bernhardsweiler sammelte ich in einem an Seeigeln reichen Steinbruch *Echinobrissus Renggeri* Desor, *Ech. amplus* Desor, *Ech. orbicularis* Phil., *Rhynchonella lotharingica* Haas. Die Schichten mit *Rhynchonella varians* Schloth. wurden genau nördlich vom Kloster Bischenberg festgestellt. Es fanden sich massenhaft

[1] Die Fauna des Bathonien im oberrheinischen Tieflande. Abhandl. z. geol. Spezialk. v. Elsaß-Lothringen. 4. Heft 4.

Rh. varians Schloth., *Ostrea Knorri* Ziet., seltener *Zeilleria ornithocephala* Sow., *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. sp.

Die eocänen Süßwasserablagerungen sind beschränkt auf zwei Vorkommen am Nordabhang des Bischenberges. Das eine, größere, liegt nördlich des Klosters Bischenberg und erstreckt sich in nordwestlicher Richtung etwa 400 m weit, um dann gegen eine Verwerfung abzustoßen. Das zweite, kleinere Vorkommen liegt nördlich von dem ersten und ist hier in tiefere Lage gebracht; am besten zu beobachten ist es an dem Horizontalweg, der unterhalb der Straße Bischofsheim—Börsch entlang führt. Die Lagerung der Süßwasserablagerungen vom Bischenberg zwischen Bath-Stufe und dem oligocänen Konglomerat ist bereits von Daubrée erkannt. Genauer angegeben liegen die fraglichen Schichten z. T. auf *Varians*-Schichten, z. T. auf Hauptoolith. Durch geeignete Verfolgung verschiedener Aufschlüsse, die auf die gelegentliche Neuanlage von Rebbergen beschränkt sind, konnten in dem Eocän zwei Abteilungen unterschieden werden: eine untere Abteilung, bestehend aus grünen, fetten Mergeln und eingelagerten Kalkknollen, und eine obere Abteilung, in der zwar Mergel auch noch auftreten, hier aber zwischen dünnplattigen bis bankigen Kalken abwechseln. Die Mächtigkeit der gesamten Ablagerungen dürfte höchstens 35 m betragen. Die Kalksteine sind hellgelb bis hellgrau, seltener hellrosa gefärbt, gelegentlich recht hart und splittrig, und zeigen andererseits auch häufig den von Andreae angegebenen zerfressenen, kavernösen Habitus. Die Kalke der oberen Abteilung sind weicher und ähneln mehr dem Buchsweiler Gestein. Dazu kommen konglomeratische Bildungen, die ich in der unteren Abteilung beobachten konnte. Es handelt sich dabei um ein Gestein, das sich fast ausschließlich aus gerundeten, häufiger eckigen, bis 1,5 cm großen Bruchstücken von Hauptoolith besteht; diese werden durch ein kalkiges, kristallines Bindemittel zusammengehalten. Das Bindemittel selbst dürfte ebenfalls dem Hauptoolith entstammen. Analoge Konglomeratbildungen im Eocän sind auch aus anderen Gebieten des Elsaß bekannt. Nach Beobachtungen von van Werveke führt Kessler[1] ein derartiges Vorkommen von Sigolsheim an. Der Süßwasserkalk liegt nördlich von der genannten Ortschaft zwischen wenig mächtigen eocänen Bohnerztonen und den oligocänen Konglomeraten. Wie am Bischenberg liegen auch hier knauerartige Kalke in grünen Mergeln, die von Versteinerungen *Limnea Michelini* Desh., *L. fusiformis* Sow. und *L.* cf. *marginata* Sandb. führen. Andere eigentümlich konglomeratisch-brecciös struierte Kalke sind in dem großen Eocänsteinbruch bei Buchsweiler zu beobachten[2] und hier in manchen Blöcken häufig. Die einzelnen Bruchstücke sind scharfkantig und

[1] l. c. p. 55.

[2] Sie werden bereits von Andreae erwähnt, l. c. p. 10.

erreichen einen Durchmesser von mehreren Zentimeter, die abgerundeten Bruchstücke sind wesentlich kleiner. Während aber bei den obengenannten Konglomeraten die einzelnen Komponenten aus Hauptoolith bestehen, erkennt man an den Buchsweiler Stücken nur Bruchstücke von Eocänkalk selbst. Es sind also Teile des bereits verfestigten Eocänkalkes weggeführt und frisch verkittet. Einen größeren Transport können diese Breccien nicht zurückgelegt haben, wie sich aus den scharfkantigen Bruchstücken ergibt, vor allem bei derartig weichen Gesteinen, wie es die Eocänkalke sind.

Die beiden Eocänvorkommen vom Bischenberg haben eine ganze Reihe Süßwasserversteinerungen geliefert. Fast in jedem Kalkblock kann man mehr oder minder gut erhaltene Exemplare finden. Von bestimmbaren Versteinerungen sammelte ich:

Paludina Hammeri Defr.
Planorbis pseudammonius v. Schl.
— *Chertieri* Desh.
Limnea olivula Rouis.
Limnea Michelini Desh.
Nanina occlusa F. Edw.
Glandina Cordieri Desh.
Hydrobia sp.

Nach Angaben von Fliche und Bleicher sollen ferner noch vorkommen: *Megalostoma mumia* Lam., *Euchilus* cf. *pupiniformis* Sandb., *Limneus*-Gruppe des *palustris*, *Hydrobia*-Gruppe der *Dubuissoni* Bouil., *Bythinella*-Gruppe der *pygmaea* Brongn.

Planorbis pseudammonius ist in manchen Blöcken sehr zahlreich vertreten und überall vorhanden; die Form erreicht die Größe der Buchsweiler Arten und unterscheidet sich in nichts von ihnen; ebenso ist *Limnea Michelini* häufig. Die anderen Formen sind seltener. Andere Knollen, namentlich des kleineren Vorkommens, enthalten viele kleine, unbestimmbare Hydrobien. Für das geologische Alter dieser fossilführenden Ablagerungen kommt, soweit eine Parallelisierung von Süßwasserablagerungen auf Grund von Gastropoden überhaupt möglich ist, meines Erachtens nur das Alter des Buchsweiler Kalkes in Betracht. Es sei nur auf das häufige Vorkommen von *Planorbis pseudammonius* und *Limnea Michelini* hingewiesen. Beiden Vorkommen sind ferner gemeinsam die weniger häufigen *Planorbis Chertieri*, *Limnea olivula*, *Nanina glandina*, sowie die am Bischenberg seltenen *Glandina Cordieri* und *Paludina Hammeri*. Demgegenüber sind am Bischenberg häufig und kommen im Buchsweiler Eocän selten oder überhaupt nicht vor die Hydrobien und *Cyclostoma mumia*, welche letztere Art besonders im Melanienkalk des Ober-Elsaß recht häufig ist. Auf diese etwas wechselnde Zusammensetzung der beiden Faunen glaube ich keinen allzu großen Wert legen zu brauchen. Auch bei Buchsweiler wechselt die Menge der einzelnen Arten in den verschiedenen Aufschlüssen. So herrschen jetzt in dem großen in Betrieb befindlichen Steinbruch durchweg die Paludinen, während die Planorben hier stark zurücktreten. Ein umgekehrtes Verhältnis bieten die kleinen Auf-

schlüsse an dem Weg zum Bastberg. Überhaupt wird wohl eine gleiche Zusammensetzung der Gastropodenfauna an den einzelnen Fundpunkten schon von vornherein kaum zu erwarten sein, zumal bei derartig mangelhaften Aufschlüssen, wie sie meist angetroffen werden. Für die Gleichaltrigkeit der Eocänablagerungen am Bischenberg mit dem Buchsweiler Kalk war noch ein anderer Umstand maßgebend. Wie oben erwähnt lassen sich am Bischenberg eine untere Abteilung aus Mergeln mit Kalkknauern und eine obere Abteilung trennen, in der die Mergel stark zurücktreten und dünn- bis dickbankige geschlossene Kalke auftreten. Ein analoges Profil ist nun auch am Bastberg von DAUBRÉE[1] angegeben und verschiedentlich mitgeteilt worden. Auch hier liegen über der Braunkohle, die am Bischenberg nicht vorhanden ist, zunächst grüne Mergel mit Kalkbänken (12 m durchschnittlich) und darüber der an Sumpf- und Landschnecken reiche Kalk (18 m durchschnittlich). Die Gesamtmächtigkeit würde also ebenso wie am Bischenberg auf 30—35 m kommen. In diesem Zusammenhang wäre noch zu erwägen, ob das Eocän des Unter-Elsaß in einer Anzahl kleiner Becken abgelagert wurde, wie es meist angenommen wird, oder ob nicht etwa in einem einzigen größeren Süßwasserbecken die heute getrennt liegenden Eocänbildungen zur Sedimentation gelangten, analog wie später die jetzt bis 20 km getrennt liegenden Vorkommen von Küstenkonglomeraten die Reste eines einheitlichen, mehrmals transgredierenden Meeres sind. Mir scheinen die Eocänvorkommen vom Bastberg bis Bernhardsweiler, vielleicht auch die von Sigolsheim, einem einzigen Süßwasserbecken anzugehören. Es sind dies die Eocänreste von Buchsweiler, Dauendorf, Neuburg, Bitschhofen, Morschweiler, vom Bischenberg und von Bernhardsweiler. Wo die Oligocänkonglomerate in diesem Gebiet erhalten sind, trifft man auch häufig darunter das Eocän oder aus diesem stammende Gerölle. Derartige Gerölle mit *Planorbis pseudammonius* führt KESSLER (l. c. p. 204) vom Scharrachberg an; nach einer Mitteilung VAN WERVEKE's ist das Eocän auch dicht dabei anstehend vorhanden. Am Bischenberg und bei Bernhardsweiler sind die Eocängerölle recht häufig und erreichen große Dimensionen; Süßwassergerölle werden schließlich noch bei Barr gefunden. Diese Geröllablagerungen setzen zu ihrer Bildung einen größeren Schichtenkomplex voraus, noch dazu bei weichen Kalksteinen, wie es die Eocänkalke sind, der sich bei Annahme kleiner Becken schwer erklären läßt.

Die mitteloligocänen Küstenkonglomerate des Bischen- und Nationalberges sind bereits von KESSLER näher beschrieben worden.

[1] l. c. p. 194. Ein ebenso vollständiges Profil findet man in dem immer noch brauchbaren Werk von C. v. OEYNHAUSEN, H. v. DECHEN, H. v. LA ROCHE, Geognostische Umrisse der Rheinländer zwischen Basel und Mainz. Essen 1825. II. Teil. p. 379—386.

Da meine Beobachtungen sich im wesentlichen mit seinen Angaben decken, brauche ich nur auf diese Arbeit zu verweisen. Es wären nur einige Ergänzungen hinzuzufügen. Die Konglomerate lagern auf Hauptoolith, *Varians*-Schichten oder Eocän, und zwar ist die Auflagerung diskordant; die Schichten des Hauptooliths fallen bis 35^0 nach S bis SO, die oligocänen Konglomerate am Bischenberg nach NW. Als tiefste Ablagerungen sind rot und grün gefleckte Mergel anzusehen, die genau nördlich vom Kloster Bischenberg auf *Varians*-Schichten ruhen. Das älteste Konglomerat (c_1 bei Kessler) besteht ausschließlich aus Eocän und Hauptoolithgeröllen, in das sich nach oben andere Juragesteine einmischen, besonders *Murchisonae*-Sandsteine, wie am Südwestabhang des Nationalberges gut zu sehen. Die Zwischenlagerungen von Mergeln und feinkörnigen kalkigen Ablagerungen sind schon von Kessler näher beschrieben. Manche dieser Bänke bestehen wesentlich aus Schalentrümmern von Hauptoolithversteinerungen, unter denen noch Bryozoen erkennbar sind, durch kalkiges Bindemittel verkittet. Bei der Verwitterung treten dann die Schalenreste und einige beigemengte Quarzkörner auf den Schichtflächen deutlich heraus.

Da am Rande der Vogesen von Buchsweiler bis Rufach überall die tiefsten Konglomerate auf oberem Dogger resp. Eocän liegen, muß die Küste während der Bildung dieser Gerölle im wesentlichen aus Doggergesteinen bestanden haben oder, was dasselbe ist, die Abtragung ist in diesem Gebiet eine ziemlich einheitliche gewesen und im Mitteloligocän [1], vielleicht schon im Eocän (Doggerkonglomerate im Eocän), abgeschlossen worden. Die höheren Konglomerate (c_2 und c_3 bei Kessler) ermöglichen keine scharfe Trennung. Die Beobachtungen sind erschwert, da auch die Konglomerate verworfen sind — die geologisch ältesten liegen jetzt am höchsten (vergl. dazu Kessler). Die wechselnde Zusammensetzung dieser Konglomerate war sehr gut zu beobachten bei der Neuanlage eines Turnspielplatzes auf dem Nationalberg. Die Schichten fallen hier flach nach S bis SO. Einerseits herrscht durchaus Hauptoolithkonglomerat, während an anderen Stellen Hauptoolith und Buntsandstein vorwiegt, Muschelkalk völlig zurücktritt, und wiederum nicht weit entfernt alle drei Gesteine gleichmäßig auftreten; Muschelkalkkonglomerate allein, wie eigentlich zu vermuten wäre, kamen nicht vor. Gleichzeitig war das Anschieben weißer kalkiger Sandsteine, die Unterlagerung nußgroßer Konglomerate durch kopfgroße Gerölle, andrerseits die allmähliche Zunahme in der Größe der Gerölle in streichender Richtung, kurzum Verhältnisse, wie sie auch heute an der Küste herrschen, wo starke

[1] Neuerdings stellen Förster und auch Klähn (Die Geologie der Umgebung von Colmar. Colmar 1914) das Doggerkonglomerat ins Unteroligocän; ich halte nach wie vor in Übereinstimmung mit Kessler an dem mitteloligocänen Alter sämtlicher Konglomeratablagerungen fest.

Küstenversetzung stattfindet, deutlich aufgeschlossen. In einem Aufschluß südlich Kloster Bischenberg lagen bis 1 m große Gerölle von Hauptoolith neben ebenso großen aus Buntsandstein. Eine einheitliche zusammengesetzte Küste kann derartige Bildungen wechselnder Zusammensetzung nicht schaffen. Es müssen also nach Ablagerung des Doggerkonglomerats erhebliche Niveaudifferenzen eingetreten sein, die eine derartige aus Jura- und Triasgesteinen aufgebaute Küste in den Bereich der Wellenwirkung zogen. Da die unteren Doggerkonglomerate diskordant auf Hauptoolith lagern, müssen auch bereits vor Ablagerung dieser tiefsten Mitteloligocänkonglomerate Störungen, wenn auch in geringerem Maße, stattgefunden haben. Diese Beobachtungen stimmen gut überein mit den Verhältnissen im Ober-Elsaß, wie sie durch van Werveke, Kessler und Klähn bekannt geworden sind.

Der Basenaustausch beim Desmin.

Von **A. Beutell** und **K. Blaschke** in Breslau.

Da der Basenaustausch der Zeolithe außer von rein mineralogischem, auch von weitgehendem landwirtschaftlichen Interesse ist, hat sich über denselben eine umfangreiche Literatur angehäuft. Als erster machte Way (Journ. Agric. Soc. England 1850, p. 11 und 313, 1852, p. 15 und 91) auf diese Umsetzungen aufmerksam, an dessen Arbeiten sich dann die neueren anschlossen. Während Eichhorn (Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. 1858. 4. Reihe. **15.** p. 126) bei Chabasit und Natrolith nur einen Teil des Kalkes durch Natron verdrängen konnte, gelang es Lemberg (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1885. **37.** p. 158), im Desmin sämtlichen Kalk durch Natron, Kali oder Ammoniak zu ersetzen. Die von Lemberg beobachtete Tatsache, daß in alkalischen Lösungen der Basenaustausch wesentlich rascher verlief als in neutralen, ließ es möglich erscheinen, daß der Desmin ein saures Salz sei, und daß sich das Ammoniak an die in ihm enthaltenen 14 Hydroxylgruppen anlagern könnte. Wir experimentierten zunächst mit einer neutralen Lösung von Chlorammonium, um uns zu vergewissern, ob wirklich aller Kalk durch Ammoniak zu ersetzen sei. Es diente zu den Versuchen derselbe Strieganer Desmin, den wir für die Entwässerungs- und Wässerungsversuche benutzt hatten (dies. Centralbl. 1915. p. 4). Das feine Mineralpulver wurde mit der Salmiaklösung in Flaschen geschüttet, die mit eingeriebenen Glasstöpseln und mit Gummikappe verschlossen waren. Die Flaschen waren auf einem Schüttelapparat befestigt, der in einen Thermostaten eingebaut war, welcher eine konstante Temperatur von 28° hatte; der Antrieb geschah durch einen kleinen Elektromotor. Die ganze Apparatur war uns von

Herrn Prof. Dr. W. HERZ freundlichst zur Verfügung gestellt worden, dem wir unseren besten Dank hierfür aussprechen.

Nachdem Vorversuche ergeben hatten, daß nach $2\frac{1}{2}$ Tagen der Desmin kein Ammoniak mehr aufnahm, wurden die Flaschen in der Folge stets nach dieser Zeit aus dem Thermostaten herausgenommen. Wir ließen dann absetzen und trennten durch Dekantieren die Flüssigkeit vom Pulver. Die über dem Bodensatz stehende Lösung opalisierte stets etwas, und es gingen daher Spuren des angewandten Mineralpulvers bei diesem Verfahren verloren. Da jedoch das Filtrieren nur sehr langsam vor sich ging, und da auch hierdurch keine klaren Lösungen erhalten wurden, mußte dieser Übelstand in den Kauf genommen werden; einen störenden Einfluß auf die Untersuchungen hat er nicht ausgeübt. Nach sechsmaligem Erneuern der Salmiaklösung wurde der Versuch als beendet angesehen, nachdem festgestellt war, daß dann im Desmin kein Kalk mehr nachzuweisen war. Die Bestimmung des aufgenommenen Ammoniaks geschah durch Abdestillieren mittelst Natronlauge und Zurücktitrieren der vorgelegten Schwefelsäure. Eine eingehende Behandlung finden die Versuche in der demnächst erscheinenden Dissertation von K. BLASCHKE.

Da es uns vor allem auf das Ende, d. h. auf die völlige Sättigung des Desmins mit Ammoniak ankam, so wurde das aufgenommene Ammoniak nicht nach jeder Erneuerung der Lösung bestimmt, sondern nur nach $2\frac{1}{2}$, 5 und 15 Tagen, doch wurde, wie bereits erwähnt, nach $2\frac{1}{2}$tägiger Dauer die verbrauchte Salmiaklösung jedesmal durch neue ersetzt. Die folgende Tabelle enthält die Versuchsresultate.

Tabelle 1.

Ersatz des Ca durch NH_4 in neutraler Lösung.

Versuchsdauer Tage	abdestilliertes NH_3 mg	ersetztes Ca mg	ersetztes Ca %
$2\frac{1}{2}$	13,18	15,70	51
5	19,14	22,52	73
15	25,06	29,48	96

Läßt man statt neutraler Chlorammoniumlösung ammoniakalische einwirken, so verläuft die Reaktion, wie schon LEMBERG erkannt hatte, schneller (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1885. 37. p. 991). Die folgende Tabelle 2 gibt über die Versuchsresultate Aufschluß.

Tabelle 2.

Ersatz des Ca durch NH_4 in ammoniakalischer Lösung.

Versuchsdauer Tage	abdestilliertes NH_3 mg	ersetztes Ca mg	ersetztes Ca %
$2\frac{1}{2}$	15,87	18,67	64
5	23,53	27,68	90
15	26,25	30,88	100

Daß die Reaktionsgeschwindigkeit in ammoniakalischer Lösung größer ist, ersieht man aus dem Vergleich der letzten Zahlenreihe in beiden Tabellen. Zugleich ergibt sich aber auch, daß nicht mehr Ammonium eingetreten ist, als dem Calcium entspricht.

Eine Anlagerung von NH_3 an die Hydroxylgruppen hat mithin nicht stattgefunden.

Die Versuchsergebnisse Lemberg's (a. a. O.) über den Austausch des Calciums gegen Ammonium sind durch unsere Versuche am Desmin ohne Einschränkung bestätigt worden. Es handelt sich hier offenbar um chemische Gleichgewichte, so daß durch genügend oft wiederholte Erneuerung der Lösung praktisch alles Ca durch NH_4 ersetzt werden kann.

Wir hatten festgestellt (a. a. O.), daß völlig entwässerter Desmin das ausgetriebene Wasser nicht wieder aufnimmt, wobei es gleichgültig ist, ob er durch Erhitzen bis zur Rotglut oder nur bei 470^0 im Vakuum entwässert wurde. Es war von Interesse, zu untersuchen, ob bei völliger Entwässerung auch die Austauschbarkeit der Basen verloren geht. Während frischer Desmin unter gleichen Versuchsbedingungen in 15 Tagen sein gesamtes Calcium gegen Ammonium austauschte, hatte sich im völlig entwässerten nur etwa $\frac{1}{10}$ des Calciums ersetzt. Ob diesem Basenaustausch des völlig entwässerten Desmins eine ebenfalls sehr langsame Hydratbildung vorausgeht, war nicht zu entscheiden.

Breslau, Min. Institut der Universität, November 1914.

Vorlesungsversuch zur Veranschaulichung der Sammelkristallisation.

Von **A. Beutell** in Breslau.

Die Erkenntnis, daß die Sammelkristallisation in der Metamorphose der Gesteine eine außerordentlich wichtige Rolle spielt, tritt immer deutlicher zutage. Ganz neuerdings betont F. Rinne in einer interessanten Studie (VII. Jahresber. niedersächs. geolog. Verein, Hannover 1914) ihre große Bedeutung für die Genese der Salzlager und Silikatgesteine.

Da sich das Wachsen großer Kristalle auf Kosten kleiner in Lösungen so langsam vollzieht, daß ein Vorlesungsversuch darauf nicht gegründet werden kann, versuchte ich, die Sammelkristallisation durch Sublimation sichtbar zu machen. Genau wie in einer Lösung die großen Kristalle wegen ihrer relativ geringen Lösungstension auf Kosten der kleinen wachsen, fallen in einer Dampfatmosphäre die kleinen den großen zum Opfer, weil sie eine relativ große Verdampfungstension besitzen.

Als geeignete Substanz faßte ich den Schwefel ins Auge. Ich hatte bei den Versuchen über die Einwirkung von Hauerit auf

Silberblech (dies. Centralbl. 1913. p. 758—768) nachgewiesen, daß der Schwefel im Vakuum schon bei gewöhnlicher Temperatur merklich flüchtig ist, doch mußte erst festgestellt werden, ob die Verdampfung so schnell verlief, daß ein deutlich sichtbarer Schwefelbeschlag im Laufe einer Vorlesung wieder verschwand. Zu diesem Zwecke füllte ich ein Glasrohr z. T. mit Bruchstücken von natürlichen Schwefelkristallen an, versah dasselbe dann mit einer Verengung zum Abschmelzen und schmolz schließlich das offene Ende an einem Schliff der Beutell'schen Quecksilberpumpe (dies. Centralbl. 1911. p. 491—495). Nach dem Evakuieren und Zuschmelzen tauchte ich das Ende des Rohrs, in dem sich der Schwefel befand, in siedendes Wasser, damit sich an dem kalten Teil ein Schwefelbeschlag bilden sollte. Gegen meine Erwartung trat dies erst nach längerer Zeit ein, doch war dann die Menge des sublimierten Schwefels so beträchtlich, daß die Rückwanderung viele Stunden in Anspruch nahm. Außerdem beobachtete ich, daß sich noch nach dem Entfernen aus dem heißen Wasser reichlich Schwefeldämpfe an der Glaswand verdichteten, und zwar bildete sich ein starkes Sublimat nur in der nächsten Umgebung der Schwefelstücke, d. h. an dem Teil des Rohres, der vorher im heißen Wasser gesteckt hatte. Dieser zunächst auffallende Vorgang erweckt den Anschein, daß die Schwefeldämpfe wegen ihrer Schwere im unteren Teil des Glasrohres bleiben. Da jedoch eine derartige Annahme im Vakuum unmöglich ist, wurden weitere Versuche angestellt. Es wurden mehrere 1,6 cm weite Rohre etwa zur Hälfte mit Schwefelstücken gefüllt, dann evakuiert und zugeschmolzen. Taucht man ein solches Rohr 1—2 Minuten in siedendes Wasser, so bildet sich zunächst kein Beschlag von Schwefel. Nimmt man die Rohre aus dem heißen Wasser heraus, so bemerkt man sofort einen Unterschied zwischen den dünnwandigen und den dickwandigen. Während die dünnwandigen (Reagenzrohre) einen starken, gelblichweißen Beschlag liefern, der stellenweise Newton'sche Farben aufweist, erscheint bei den dickwandigen Rohren kein nennenswerter Anflug. Hält man jedoch ein solches dickwandiges Rohr nach dem Herausziehen aus dem heißen Wasser unter die fließende Wasserleitung, so bildet sich in dem vom Schwefel ausgefüllten Ende ein ebenso reichliches Sublimat. Außer der Dicke der Glaswand ist auch der Durchmesser der Rohre von Einfluß auf den Verlauf der Erscheinung. So erreicht man bei einem 3 cm weiten Rohre erst nach 2—3 Minuten einen deutlichen Beschlag und bei einem 4 cm weiten ist auch durch 5 Minuten langes Erwärmen im siedenden Wasser noch kein Sublimat an der Glaswand zu erzielen.

Die Erklärung dieser interessanten Erscheinungen ist eine relativ einfache. Da das Vakuum der beste Wärmeisolator und der Schwefel ein schlechter Wärmeleiter ist, erwärmt er sich im evakuierten Rohr beim Eintauchen in heißes Wasser nur an den

Berührungspunkten mit der Glaswand. Der entwickelte Dampf kondensiert sich jedoch sofort an den kalten Schwefelstücken im zentralen Teil und gelangt nicht bis an das aus dem Wasser herausragende kalte Rohrende. Es findet, solange das Rohr im heißen Wasser steckt, eine unmerkliche Sublimation des Schwefels von außen nach innen statt. Nimmt man das Rohr aus dem heißen Wasser heraus, so kühlt es sich, namentlich wenn es dünnwandig ist, in Berührung mit der kühlen Umgebung rasch ab. Die Glaswand ist daher kälter als die erwärmten Stellen des Schwefels, und so kondensieren sich die Schwefeldämpfe an ihr, doch wird sicherlich immer noch der größte Teil an der Oberfläche der nicht erwärmten Schwefelstücke verdichtet. Bei einem dickwandigen Glasrohr ist die Abkühlung in der Luft so langsam, daß die Kondensation der Schwefeldämpfe schon beendigt ist, bevor dasselbe die Zimmertemperatur angenommen hat. Es entsteht daher an der Glaswand nur dann ein Schwefelbeschlag, wenn man das Rohr rasch in kaltem Wasser abkühlt. Ist der Rohrdurchmesser größer als 3 cm, so ist beim Erwärmen in siedendem Wasser die Destillation nach dem Rohrinnern so lebhaft, daß selbst beim Abkühlen in kaltem Wasser nur ein ganz schwacher, für Demonstrationszwecke unzureichender Schwefelbeschlag entsteht.

Das Auspumpen der Rohre muß sehr sorgfältig vorgenommen werden, da sonst das Zurücksublimieren des Schwefels von der Glaswand nach den Schwefelstücken die in einer Vorlesung zur Verfügung stehende Zeit weit überschreitet. Es genügt nicht, auszupumpen, bis das an der Pumpe befindliche Kathodenrohr rein grünes Kathodenlicht gibt, vielmehr ist es notwendig, das Rohr mit dem Schwefel bei abgestelltem Hahn noch viele Stunden mit der Pumpe in Verbindung zu lassen. Es entweicht nämlich aus den Schwefelstücken noch lange Zeit Luft, und daher geht das Vakuum schon nach kurzer Zeit stark zurück. Es muß dann von neuem nachgepumpt werden, und erst wenn sich das Vakuum nach längerem Stehen (etwa über Nacht) nicht wesentlich verschlechtert hat, darf das Rohr abgeschmolzen werden. Das Auspumpen kann 2—3 Tage in Anspruch nehmen; es dauert um so länger, je poröser der Schwefel ist. Aus diesem Grunde ist der natürliche kristallisierte Schwefel am geeignetsten. Er ist fast frei von Poren, während der kristalline im Gegenteil sehr porös ist und daher beim Auspumpen viel mehr Zeit in Anspruch nimmt. Der Stangenschwefel steht in der Mitte zwischen beiden und ist daher dem natürlichen derben Schwefel für diesen Zweck vorzuziehen. Im übrigen weisen sorgfältig ausgepumpte Rohre, gleichgültig ob sie mit kristallisiertem, derbem oder Stangenschwefel gefüllt sind, im Anfang keine merklichen Unterschiede auf. Ganz ungeeignet ist für diese Versuche der künstliche kristallisierte Schwefel, weil er reich an Einschlüssen von Schwefelkohlenstoff ist.

Nachdem die Bedingungen ermittelt waren, unter denen ein deutliches, auch auf größere Entfernungen sichtbares Schwefelsublimat zu erzielen war, mußte noch festgestellt werden, wie lange bei Zimmertemperatur das Zurücksublimieren zu den Schwefelstücken dauerte. Wie die folgenden Daten zeigen, nimmt die Demonstration der Sammelkristallisation nicht mehr als eine viertel bis halbe Stunde in Anspruch; der sehr instruktive Versuch kann mithin bequem im Laufe einer Vorlesung ausgeführt werden.

Rohr No. 1: 3 cm weit, ziemlich dickwandig, von 22 cm Länge, ist bis zur Hälfte mit Stücken kristallisierten Schwefels von $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ cm Größe gefüllt. 2 Minuten in siedendes Wasser getaucht und dann unter der Wasserleitung abgekühlt, gibt es einen starken Schwefelbeschlag, welcher bei Zimmertemperatur in 20 Minuten wieder verschwunden ist. Taucht man es 3 Minuten in siedendes Wasser, so ist der Beschlag noch reichlicher, jedoch ohne daß dadurch der Versuch an Anschaulichkeit gewinnt; erst nach 30 Minuten ist in diesem Falle der Schwefel zurücksublimiert.

Rohr No. 1a: 2,7 cm weit, ziemlich dickwandig, von 18 cm Länge, ist zur Hälfte mit $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ cm großen Stücken von natürlichem, derbem Schwefel gefüllt. $1\frac{1}{2}$ Minuten in siedendes Wasser getaucht und dann in kaltem Wasser gekühlt, zeigt es einen ausreichenden Schwefelbeschlag, der bei Zimmertemperatur bereits in 6 Minuten wieder verschwunden ist. Durch 2 Minuten langes Erwärmen auf 100^0 ist der Schwefelbeschlag entsprechend stärker, doch braucht er dann 10 Minuten zum Zurückdestillieren. Nach 2 Monaten hatte sich das Rohr dadurch, daß trotz des langen Evakuierens Luft aus den Poren entwichen war, derartig verschlechtert, daß es nach 2 Minuten langem Erhitzen in siedendem Wasser nur einen ganz schwachen und selbst nach 3 Minuten nur einen unzulänglichen Beschlag gab. Aus diesem Grunde ist der derbe natürliche Schwefel für den Versuch nicht empfehlenswert.

Rohr No. 2b: 2,7 cm weit, ziemlich dickwandig, von 18 cm Länge, ist zur Hälfte mit Stücken von Stangenschwefel gefüllt. Nach 2 Minuten langem Erhitzen auf 100^0 und darauf folgender Abkühlung bildete sich ein starker Beschlag von Schwefel, der in 14 Minuten wieder verschwunden ist. Nach 2 Monaten hat auch dieses Rohr nachgelassen, so daß es erst nach 3 Minuten langem Erhitzen einen schwachen Beschlag lieferte, welcher ca. 30 Minuten zum Verschwinden brauchte.

Am besten bewährt sich für die Versuche der natürliche kristallisierte Schwefel, weil er frei von Poren ist; Rohre, die mit solchen Schwefelstücken gefüllt sind, bleiben unverändert und immer brauchbar.

Rohre No. 2 und 3: Die beiden Rohre sind ganz gleich, 1,6 cm weit, dünnwandig und 14 cm lang; sie sind beide mit natürlichem kristallisierten Schwefel gefüllt. $1\frac{1}{2}$ Minuten in siedendes

Wasser getaucht, gaben sie ohne Kühlung mit kaltem Wasser nach dem Herausnehmen einen guten Beschlag, der in 13 Minuten wieder verschwunden ist. Bei gleichlangem Erwärmen mit darauf folgender Wasserkühlung ist das Sublimat viel stärker, weil dann weniger Schwefel nach dem Innern destilliert; er braucht dann 20 Minuten bis zum Verschwinden.

Solche kleine Rohre sind geeignet für Demonstrationen im kleinen Kreise; für ein größeres Auditorium empfehlen sich die 3 cm weiten.

Läßt man ein solches mit Schwefel gefülltes Rohr einige Stunden in siedendem Wasser, wobei der ganze Schwefel auf 100° erwärmt wird, so bildet sich in dem kalten Teil über dem Schwefel ein fast weißes, kristallines Sublimat, das nach seinem Aussehen verschieden ist von dem gewöhnlichen, durch kurzes Erwärmen erhaltenen. Nach einigen Monaten kann man mit der Lupe in diesem Beschlag kleine, glänzende Kriställchen erkennen; es findet also auch hier ein Wachsen der größeren Kristalle auf Kosten der kleinen statt. Leider vollzieht sich dieser Prozeß so langsam, daß die Kriställchen bis jetzt zur kristallographischen Untersuchung noch ungeeignet sind. Ob es sich hier um eine andere Modifikation des Schwefels handelt, kann zunächst noch nicht entschieden werden, doch weist die langsame Verdampfung darauf hin. Auch eine andere Beobachtung macht die Existenz einer weniger flüchtigen Modifikation wahrscheinlich. Taucht man nämlich ein evakuiertes Rohr mit Schwefel einige Minuten in heißes Wasser und dreht nach dem Herausnehmen das oberste Ende nach unten, so hinterlassen die Schwefelstücke beim Rutschen über die heiße Glaswand weiße Striche, die nach einigen Wochen kristallinisch aussehen und nach Monaten noch nicht verschwunden sind. Durch Eintauchen in heißes Wasser kann man sie in wenigen Augenblicken vertreiben.

Breslau. Min. Institut der Universität, August 1914.

Geologisch-mineralogische Beobachtungen in Indien.

Von **Richard Lang** in Tübingen.

4. Besteht die Möglichkeit gleichzeitiger lateritischer und nicht lateritischer Verwitterung in den Tropen?

In den ersten beiden Aufsätzen über meine geologisch-mineralogischen Beobachtungen in Indien habe ich darüber berichtet. daß ich auf meinen Reisen durch Java, Sumatra und Malakka an der Erdoberfläche ausschließlich Braunerden und Humuserden gefunden habe und daß erst unter diesen Laterit aufzutreten pflegt. Nach der heute herrschenden Anschauung schließt

die Bildung von mehr oder weniger humusreichen Böden die Entstehung von Laterit zur gleichen Zeit an derselben Stelle aus und umgekehrt. Aus dem Vorkommen der beiden Verwitterungsarten übereinander habe ich deshalb auf eine Klimaänderung seit der geologisch jüngsten Vergangenheit in diesen Ländern geschlossen.

Die Lateritbildung kann sich nämlich nur da vollziehen, wo stets eine sofortige Zerstörung des Humus stattfindet. Das Klima muß somit in den genannten Gegenden zur Bildungszeit des Laterits trockener gewesen sein als zur Jetztzeit, in der Böden mit mehr oder weniger reichlichen Humusbeimengungen den Laterit bedecken. Eine wesentliche Temperaturänderung war nicht anzunehmen, da seit der Diluvialzeit in den genannten Gegenden stets hohe Temperaturen herrschten.

Die eben skizzierten Überlegungen, von denen ich mich bei der Annahme eines Klimawechsels im östlichen Indien leiten ließ, halte ich vollkommen aufrecht.

Wenn ich trotzdem noch einmal auf die Frage zurückkomme, ob nicht eine andere als die bisher von mir angenommene Erklärungsmöglichkeit für die höchst eigentümliche Lagerung des Laterits unter Braunerden und Humuserden bestehe, so ist für mich ein Grund hiezu eine gegenteilige Ansicht, die der Agrogeolog an dem botanischen Garten in Buitenzorg, Dr. Mohr, in einer Schrift über die Böden Javas vertritt[1]. Es ist mir dadurch auch gleichzeitig die erwünschte Gelegenheit gegeben, die Frage der Möglichkeit gleichzeitiger lateritischer und nicht lateritischer Verwitterung in den Tropen eingehend zu erörtern.

Mohr unterscheidet in seiner Arbeit für Java folgende Bodenarten: 1. Roten Laterit (Roode Lateriet), 2. Gelben Laterit (Geele Lateriet), 3. Bleicherde unter Humus (Pallesciet = Witte Verweeringsmassa onder humus), 4. Schwarzen Boden (Zwarten Grond), 5. Schwarzbraunen Boden (Zwartbruinen Grond), 6. Salzablagerungen (Zoutafzettingen).

Für die Behandlung der vorliegenden Fragen interessiert besonders der Rote und der „Gelbe“ Laterit Mohr's. Nur der Rote Laterit Mohr's entspricht der Bodenart, die ich als Laterit bezeichne. Der Gelbe Laterit Mohr's ist dasselbe, was ich mit dem Namen Braunerde belege. Ebenfalls zu den Braunerden ist der Schwarzbraune Boden Mohr's zu rechnen.

Es ist eine contradictio in adjecto, von „Gelbem Laterit“ zu sprechen. Laterit hat als wichtige und charakteristische Eigentümlichkeit die rote bunte Färbung. Fehlt einem Gestein bezw. Boden diese Färbung, so kommt ihm die Bezeichnung Laterit in keinem Falle zu. Ein gelb gefärbtes Verwitterungs-

[1] Over den Grond van Java. Batavia. 1911. 126 p.

produkt kann somit nie die Bezeichnung Laterit erhalten.

Die Frage, wo der „Gelbe Laterit" zu erwarten ist und wie er sich seinen qualitativen Eigenschaften nach verhält, beantwortet Mohr mit der Angabe, daß er in jungen Formationen, in relativ kühlen und sehr feuchten Gegenden auftrete. Im allgemeinen sei er fruchtbarer als der Rote Laterit; er sei jünger und deshalb weniger ausgewaschen: er enthalte mehr Humus und gelbes Eisenhydroxyd, die beide imstande seien, lösliche Bestandteile festzulegen, was der Rote Laterit viel weniger gut könne.

Es sei im Anschluß an diese Notiz nur kurz darauf hingewiesen, daß der Humusgehalt in dem „Gelben Laterit", von dem Mohr spricht, gleichfalls beweist, daß der „Gelbe Laterit" Mohr's überhaupt kein Laterit sein kann, da eben das Fehlen von Humus die Voraussetzung für die Lateritbildung ist.

Als Ursache für die Verschiedenheit des Roten und „Gelben" Laterits gibt Mohr die höhere oder niederere Temperatur an, bei der sie entstehen. „Darmede is het vraagstuk echter lang niet uitgeput (erschöpft)"! Als wahrscheinlich mitwirkend nennt er noch drei Faktoren: 1. Perioden von trockener Hitze, trockener Wind, Entwaldung und fortdauernde intensive Sonnenbestrahlung des Bodens wirken in der Richtung auf Bildung des Roten Laterits. 2. In demselben Sinn beeinflußt Kalkgehalt des Bodens. 3. Endlich kommt die Zeit als Agens für die Umbildung von „Gelbem Laterit" in Roten Laterit in Betracht.

Mohr weist bei Besprechung des letzten Punktes darauf hin, daß künstliches Glas im Laufe der Zeit trüb werde, d. h. sich entglase. Derartige Entglasungen gehen im Laufe geologischer Perioden auch bei Naturprodukten, wie z. B. dem Obsidian, vor sich. Eine entsprechende Umwandlung sei auch bei der Entstehung des Roten Laterits aus „Gelbem" anzunehmen. Denn Mohr betrachtet den „Gelben Laterit" als die im allgemeinen metastabile Form, die im Laufe der Zeit in die stabile Form, den Roten Laterit, übergeht und sich von selbst nicht mehr in „Gelben Laterit" zurückverwandelt. („Welnu zoo beschouw ik ook den geelen lateriet als den [in de meeste omstandigheden] metastabielen vorm, die op den langen duur in den stabielen vorm, den rooden lateriet, moet overgaan en ook inderdaad erin overgat." „Een roode lateriet gaat . . . nimmer vanzelf weer terug tot geelen.")

Diese Auffassung Mohr's über die Bildung des Laterits bezw. der Braunerde in Java stellt eine Behauptung dar, der eine Begründung und Beweisführung durch entsprechende Beobachtungen im Gelände in der genannten Schrift fehlt. Immerhin ist seine Annahme beachtenswert und es ist deshalb notwendig, das Für und Wider dieser These zu besprechen, um eine einwandfreie Klärung

der Frage der Lateritbildung einerseits und der Braunerdebildung andererseits in den Tropen zu erhalten.

Obwohl Mohr's „Gelber Laterit" keinenfalls Laterit ist, so wäre es immerhin eine zu erwägende Frage, ob nicht in Indien im Laufe der Zeiten aus Braunerde echter Laterit sich gebildet haben kann, und zwar, ohne daß ein Klimawechsel stattgefunden hätte. Denn es wäre denkbar, daß Faktoren einwirken, die wir nicht kennen oder deren Bedeutung wir heute unterschätzen und die, trotz aller scheinbaren Unmöglichkeiten, die allmähliche Umbildung der Braunerde in Laterit bewirkten. Eine zweite Möglichkeit möchte ich von mir aus noch anführen, daß es nämlich denkbar wäre, daß sich der Laterit gleichzeitig mit der Braunerde unter derselben gebildet habe.

Gegen diese Annahmen sprechen eine Reihe gewichtiger Gründe, die im folgenden einzeln behandelt seien.

1. Das Profil der Verwitterungsschichten dürfte nicht stets oben die gelben, braunen oder schwarzen Farben der Braunerde und erst darunter die bunten Farben des Laterits zeigen, wenn man einen zeitlich allmählichen Übergang von Braunerde in Laterit annimmt, wie dies Mohr tut. Denn in diesem Falle müßte gerade die umgekehrte Reihenfolge der Bodenarten sich bilden: zu oberst Laterit, unten Braunerde. Denn bekanntlich setzt die Verwitterung von der Erdoberfläche aus ein und ergreift erst allmählich die tieferliegenden Schichten. Es werden somit die zu oberst liegenden Bodenschichten die am längsten gebildeten, die in der Tiefe befindlichen die jüngsten Verwitterungsbildungen sein. Entsprechend der Auffassung Mohr's, daß der „Gelbe Laterit" allmählich in den Roten Laterit übergeht, müßten somit die obersten, weil am längsten gebildeten Bodenschichten am ehesten rote Färbung aufweisen, während die tieferen jüngeren Verwitterungsprodukte noch braune Farben zeigen könnten. In Indien habe ich jedoch immer das Gegenteil beobachtet. Es kann somit der Ansicht Mohr's eine Bedeutung nicht zugesprochen werden.

2. Nicht immer zeigt der unter der Braunerde liegende Laterit über sein ganzes Profil ausschließlich rote bunte Farben. Da und dort begegnet man an den Profilen Kluftflächen oder gröber sandigen Partien oder auch Zonen über wasserundurchlässigem Gestein, welche Braunfärbung aufweisen. Dasselbe konnte ich auch an manchen Stellen ungefähr an der Grenze des Grundwasserspiegels beobachten, wo die Sickerwässer sich sammeln. Der heutige Grundwasserspiegel aber fällt nicht selten in diesen Gebieten mit dem zur Zeit der Lateritbildung vorhandenen zusammen und liegt dann auf der Grenze des lateritisch verwitterten Gesteins zu den unzersetzten Schichten. Diese rostfarbenen

Adern und Schmitzen könnte man nach Mohr als letzte Überreste der ursprünglichen „Gelben“ Lateritverwitterung auffassen. Dagegen spricht aber, daß diese Färbung nur an den Stellen sich findet, welche besonders wasserdurchlässig sind oder das Wasser stauen, während sie den wenig wasserdurchlässigen feintonigen Partien des Laterits zu fehlen pflegen. Es ist deshalb keine andere Deutung möglich als die, daß die Rostfärbung in vereinzelten Teilen des Laterits eine sekundäre ist, hervorgerufen durch dieselben Sickerwässer, welche über dem Laterit in den Lagen der Braunerdeverwitterung zirkulieren.

Zu genau demselben Resultat gelangt man bei der Untersuchung der im Laterit enthaltenen Roteisenkonkretionen. Wie ich in meinem letzten Aufsatz darlegte, sind diese Konkretionen in der Weise gebildet, daß sie von außen nach innen, gegen den Kern zu, immer härter werden, derart, daß die äußeren Teile noch bröcklig weich sind, während die dann folgenden mehr Zusammenhalt aufweisen und im innersten Teil ziemlich unzerbrechlich sind. Sie sind vollkommen unregelmäßig begrenzt und besitzen keinerlei besondere Struktur, wie etwa die Bohnerzkörner, so daß sie mit diesen in keiner Richtung verglichen werden können. Diese Roteisenkonkretionen, die gern an Klüften und in gewissen Zonen angereichert sind, zeigen nicht selten an den Stellen, wo die rostfarbenen Adern und Schmitzen sich finden, gleichfalls eine mehr oder weniger vollkommene Braunfärbung. Bei einigem Umfang der Roteisenkonkretionen ist die Rostfärbung meist nur eine unvollkommene. Dann ist deren äußere Hülle braun gefärbt, während der Kern ausgezeichnete Rotfärbung aufweist. Nicht ein einziges Mal konnte ich dagegen umgekehrt innen Braunfärbung beobachten, die von einem roten Mantel umhüllt ist. Auch aus diesem Befund geht hervor, daß die Rostverwitterung eine sekundäre Erscheinung ist. Würde Braunerde- und Lateritverwitterung nebeneinander hergehen, so müßten die Kerne der Eisenkonkretionen bald rot bald braun und die Hüllen dementsprechend umgekehrt gefärbt sein. Wäre endlich, wie dies Mohr annimmt, der Laterit aus Braunerde zeitlich nacheinander, aber ohne Klimaänderung hervorgegangen, so müßte entweder jede Braunfärbung im Laterit fehlen oder es müßte der äußere Teil der Eisenkonkretionen rot, der Kern braun gefärbt sein und nicht umgekehrt, wie beobachtet ist.

3. Einen ausgezeichneten Beweis dafür, daß der Laterit in Indien nicht aus Braunerde hervorgegangen sein kann, bietet das von mir in den Braunerden Sumatras und Malakkas gefundene Bohnerz, über das ich in dem letztvorhergehenden Aufsatz der vorliegenden Artikelserie berichtet habe. Ich konnte darin zeigen, daß es sich nie im Laterit, sondern stets in der Braunerde be-

findet und daß es in letzterer aus überschüssigem Eisen des Laterits hervorgegangen ist. Wäre zuerst die Braunerde entstanden und dann erst der Laterit, so müßte man notwendigerweise heute da und dort im Laterit noch Reste von Bohnerz finden, was nicht der Fall ist.

4. Gegen die Auffassung, daß sich ohne Klimaänderung gleichzeitig Braunerde und Laterit untereinander bilden könnten, sprechen eine Reihe chemischer Gründe.

Zur Erklärung sei auf die Theorie der Lateritbildung mit kurzen Worten eingegangen. Die von Meigen[1] angegebene Theorie besagt, daß der Laterit unter der Einwirkung des infolge der hohen Temperaturen hydrolytisch in relativ hohem Masse gespaltenen Wassers sich bilde, eine Auffassung, die heute die herrschende sein dürfte. Doch möchte ich auch die Möglichkeit nicht ganz von der Hand weisen, daß bestimmte Bakterien, wie dies Holland[2] annimmt, die Lateritbildung verursachen. In beiden Fällen kommt, was meines Erachtens nicht immer genügend hervorgehoben wurde, hinzu die intensive oxydierende Wirksamkeit des atmosphärischen Sauerstoffs sowie hohe Bodentemperaturen, die zusammen den Gesteinen die rote bunte Färbung verleihen. Stets wird für das Zustandekommen dieses Vorganges auch vorausgesetzt, daß alle Humusbestandteile in diesen Böden zerstört sind.

Beim Betrachten der in Indien immer wieder auftretenden Profile: oben Braunerde, unterhalb Laterit, kann man auf den Gedanken kommen, daß etwa das Wasser zunächst der Erdoberfläche überall da, wo Pflanzenreste in größerer Menge als humusbildende Bestandteile im und am Boden liegen, Braunerde erzeugt, und allmählich in eine Zone durchsickert, in der es, von der Miteinwirkung der Humussubstanzen oder anderer im Wasser gelöster Bestandteile befreit, Lateritbildung verursacht. Gegen diese Annahme sind folgende Bedenken zu erheben:

Beim Durchsickern der obersten Bodenschichten verarmt das Wasser immer mehr an Sauerstoff, der bei rein anorganischen Oxydationsvorgängen und besonders von den Bakterien bei der Zerstörung der Humussubstanzen verbraucht wird, während an dessen Stelle zum Teil Kohlensäure gebildet und in dem Sickerwasser gelöst wird, da Wasser außerordentlich große Mengen von Kohlensäure aufzunehmen vermag. Es ändert sich somit der Gasgehalt des Wassers bei seiner Bewegung in der Richtung gegen den Grundwasserspiegel zu immer mehr zuungunsten des Sauerstoffs und zugunsten der Kohlensäure. Es ist schon an sich nicht anzunehmen, daß derartig

[1] Geologische Rundschau. 1911. p. 167.

[2] On the Constitution, Origin and Dehydration of Laterite. Geological Magazine. 1903. p. 59—69.

zusammengesetztes Wasser Laterit zu bilden imstande ist, da bei dessen Bildung die Anwesenheit von viel Sauerstoff zu kräftiger Oxydation Voraussetzung ist.

Insbesondere läßt sich aber unter Voraussetzung derartig zusammengesetzten Wassers nicht erklären, warum im Laterit auf den Klüften und in den poröseren Lagen, wo noch am ehesten Sauerstoff der Luft zu dem Sickerwasser zutreten kann, und wo auch das Wasser deshalb am raschesten von etwa in ihm enthaltenen Humussubstanzen durch Oxydation befreit werden kann, vielfach rostbraune Verwitterungsfarben sich zeigen, während unter dieser Voraussetzung unbedingt hier am ehesten lateritische Bildungen zu erwarten sein müßten. Überhaupt dürften keine, selbst wenn auch nur vereinzelte, Schmitzen oder Adern von rostbraun verwittertem Material unter der durchschnittlichen Grenze zwischen Braunerde und Laterit vorkommen, die Grenze müßte vielmehr einheitlich sein. Auch müßte die lateritische Verwitterung am intensivsten an der Grenze gegen das unverwitterte Gestein wirksam sein, während nicht selten in dieser Grenzzone gleichfalls rostbraune Farben sich zwischen die rotfarbenen Lateritpartien einschieben. Auch aus diesem Grunde muß man annehmen, daß das Wasser in größerer Tiefe der Verwitterungsschichten keine so wesentliche Änderung seiner Eigenschaften erlangt hat, daß es Laterit zu erzeugen vermöchte. Vielmehr weisen die Beobachtungen im Gelände darauf hin, daß das in die Tiefe sickernde Wasser durch die ganze Breite der Verwitterungsschichten einheitlich rostbraune Verwitterungsschichten liefert. Wenn trotzdem Komplexe von beträchtlicher Mächtigkeit noch nicht in Braunerde umgewandelt sind, so darf daraus nur der Schluß gezogen werden, daß die Braunerdeverwitterung bis heute zu kurz und zu wenig intensiv auf die Produkte der früheren Lateritverwitterung eingewirkt hat, als daß aller Laterit hätte zerstört werden können.

Auch wenn man eine Einwirkung von Bakterien bei der Lateritbildung annimmt, müßten z. B. auf den Kluftflächen im Laterit stets ausschließlich rote Verwitterungsfarben sich zeigen. Denn da es sich nur um aerobe Bakterien handeln könnte, so müßte gerade an diesen Stellen, wo der Sauerstoff der Luft relativ am besten zutreten kann, die lateritisierende Tätigkeit derselben am intensivsten sein, während gerade hier rostbraune Verwitterungsfarben am ehesten entstehen. Endlich wäre noch zu berücksichtigen, daß die Tätigkeit der Bakterien mit der Tiefe unter der Erdoberfläche abnimmt und schon wenige Meter unter derselben auf Null zurückgehen soll.

Des weiteren könnte man einwenden, daß die Braunerdeverwitterung und dem entsprechend darunter die Lateritverwitterung allmählich immer weiter in die

Tiefe dringe, weil die oberflächliche Abtragung an der Erdoberfläche immer weiter fortschreite und daß somit die Braunerdeverwitterung notwendigerweise allmählich ursprünglich lateritische Partien und die darunter befindliche Zone der Lateritverwitterung unzersetztes Gebirge ergreifen müsse. Aber erstens zeigt sich die teilweise Brauneisenverwitterung, wie erwähnt, da und dort auch zwischen den lateritisch verwitterten Teilen, und außerdem findet sich, wie gleichfalls besprochen, an der Grenze zum unzersetzten Gestein vielfach wieder eine Zone mit Rostfärbung als Zeichen, daß die Lateritbildung in der Tiefe gegen das unzersetzte Gebirge zu heute nicht fortschreitet, vielmehr zum Stillstand gekommen ist zugunsten der Braunerdeverwitterung, die auch hier allmählich einsetzt. Es ergibt sich somit auch aus diesem Grunde, daß die Lateritverwitterung in den besprochenen Ländern fossil ist.

Endlich ist zu berücksichtigen, daß weite Gebiete der Tropen an ihrer Erdoberfläche tatsächlich die Produkte der lateritischen Verwitterung tragen. Daß dort der Laterit eine rezente Bildung ist, wird niemand bezweifeln. Es ist deshalb aber auch nicht einzusehen, warum ein Laterit, der von Braunerde überlagert wird, gleichfalls rezent sein soll.

5. Die fossile Beschaffenheit des Laterits läßt sich da ohne weiteres konstatieren, wo der Laterit unter Rohhumusbildungen gelagert ist. Dies habe ich in Malakka bei Ipoh, aber auch im Barissangebirge auf Sumatra in der Nähe des Ortes Tjoeroeb an Bahn- bezw. Straßeneinschnitten beobachten können. Daß unmöglich Rohhumus- und Lateritbildung gleichzeitig nebeneinander vor sich gehen können, bedarf wohl keines Beweises. Aber auch bei mächtiger Überlagerung des Laterits durch vier und mehr Meter hohe Braunerdeschichten, wie ich gleichfalls im Barissangebirge, aber auch in Ostjava bei Tosari beobachten konnte, wird es unverständlich, warum zu oberst solch mächtige humusreiche Schichten liegen, welchen nach unten reiner rot und weiß gefärbter Laterit folgt, wenn man nicht annimmt, daß jede dieser verschiedenartigen Verwitterungdecken, gleichwie bei uns eine Lößschicht unter Braunerde, eine selbständige Bildung von verschiedenem geologischen Alter darstellt.

6. Daß lateritische und Braunerdeverwitterung nicht gleichzeitig nebeneinander sich vollziehen, vielmehr die Produkte verschiedener geologischer Zeiten bezw. verschiedener klimatischer Einwirkungen darstellen, zeigt endlich auch der Umstand, daß auf den jungen Tuffen und Laven auf Java nie Böden mit lateritischer Verwitterung liegen, eine Erscheinung, auf die ich schon in meinem zweiten Aufsatz der vorliegenden Serie hingewiesen habe. Würde gleichzeitig mit der Braunerde unter derselben Laterit entstehen, so wäre nicht einzusehen, warum gerade den Böden der jungen Tuffe und Laven

diese Erscheinung fehlen sollte. Diese Tatsache ist am einfachsten dadurch zu erklären, daß man annimmt, daß zur Zeit der Ablagerung der jungen Eruptiva und ihrer Tuffe die Lateritbildung in Indien schon aufgehört hatte, daß sich also die Änderung zu dem feuchten Klima, das heute dort herrscht, damals schon vollzogen hatte.

Aus diesen kritischen Erörterungen heraus ergibt sich, daß bei genauer Überlegung keine Tatsache zugunsten der Annahme spricht, daß etwa die Braunerde durch „Altern" im Laufe längerer Zeiträume in Laterit sich umgewandelt habe, oder daß gleichzeitig an der Erdoberfläche Braunerde, darunter Laterit sich gebildet habe. Sowohl alle Beobachtungen als auch alle theoretischen Erwägungen weisen vielmehr darauf hin, daß der in Java, Sumatra und Malakka von mir beobachtete Laterit fossil ist, einer vergangenen trockeneren Klimaperiode zugehört und daß heute, unter dem jetzt herrschenden sehr feuchten Klima, nur noch Braunerden und Humuserden sich bilden. Eine Folgerung aus diesen Resultaten ist die Klimaänderung seit der Diluvialzeit, die ich für die genannten Gebiete aufgestellt habe.

Tübingen, im April 1914.

Nach Drucklegung der vorliegenden Abhandlung erschien in der Geologischen Rundschau eine Besprechung von Stremme über „Laterit und Terra rossa als illuviale Horizonte humoser Waldböden"[1], aus deren Titel schon der in dieser Schrift vertretene Gegensatz zu der von mir im vorstehenden und a. a. O. dargelegten Anschauung über die Entstehung des Laterits hervorgeht. Nur in zwei Punkten möchte ich mich hier gegen Stremme's Erklärung der Unterlagerung von Laterit unter Humusböden wenden.

Einmal dagegen, daß unter diesen Umständen der humose Boden und der Laterit gleichaltrig sei. Daß dem nicht so sein kann, glaube ich im vorstehenden zur Genüge gezeigt zu haben. Stremme zieht für seinen Beweis u. a. das Bodenprofil heran und nimmt, zugunsten seiner Auffassung, an, daß jedenfalls der Laterit nichts anderes als der (tiefere) Bodenhorizont B sei, über dem der humose Waldboden als Bodenhorizont A liege. Diese Einteilung des Bodenprofils stimmt aber mit den von mir in der Natur beobachteten Verhältnissen nicht überein. Schon in der ersten Abhandlung meiner geologisch-mineralogischen Beobachtungen in Indien[2] erwähnte ich, daß die beobachteten Braunerden genau so ausgebildet sind wie z. B. in Deutschland, und in meiner dritten

[1] 1914. p. 480—499.

[2] Dies. Centralbl. 1914. p. 257.

Abhandlung[1] wies ich erläuternd darauf hin, daß die Braunerde allein schon zwei Horizonte bildet. Die zu oberst liegende humosere Schicht ist, nach einer größeren Anzahl von Messungen, die ich in Sumatra auf welligem Waldgelände des Flachlandes der Residentschaft Palembang ausführen konnte, 5—40 cm dick, während die hellere, humusärmere Bodenpartie, die darunter folgt und die meist eine lößähnliche Färbung aufweist, $\frac{1}{2}$—3 m und mehr Mächtigkeit zeigt. Darunter liegt an der Grenze zum Laterit eine Zone mit Brauneisenschlacken und zelligen Brauneisenplatten von unregelmäßiger Beschaffenheit, wenn nicht, bei relativ niederen Regenmengen, an Stelle derselben Bohnerz auftritt, das sich infolge von Auswaschung des tonigen Bodenanteils allmählich anzureichern pflegt. Erst unter dieser Zone steht der Laterit an, der allein, im Gegensatz zu den gelben bis braunen und dunklen darüberliegenden Schichten, rote bunte und rein weiße Farben zeigt. Ganz entsprechende Verhältnisse habe ich in Java und Malakka gefunden. Aus diesen Angaben geht hervor, daß der B-Horizont STREMME's schon in der den Laterit überlagernden Braunerde und der Zone mit den Eisenkonkretionen enthalten ist und somit nicht der Laterithorizont sein kann. Der Horizont mit den Eisenkonkretionen, den auch LACROIX[2] beobachtete, entspricht der Konzentrations- oder Zementationszone in dem Sinn, wie ich den Begriff für geologische Erscheinungen anwende[3]. Die Konkretionsbildung erfolgt in den regenfeuchten Tropen, wie dies auch STREMME im Gegensatz zu der Auffassung von LACROIX ausdrücklich hervorhebt[4], nicht von unten nach oben, sondern durch absteigende Wässer. Die Eisenkonkretionen bilden sich somit auf Kosten der überlagernden Braunerde, der Eisen entzogen wird, und nicht durch Wanderung aus dem die Konkretionszone unterlagernden Laterit. Letzterer liegt vielmehr, wie ich insbesondere in der vorstehenden Abhandlung näher beschrieb, meist völlig intakt und durch scharfe Farbunterschiede von ihr getrennt unter der Konzentrationszone. Da nun die Zementationszone im bergmännischen Sinne sich auf der Grenze zwischen einer primären und der sekundär veränderten Lagerstätte befindet, so muß in diesem Sinne die Zone mit den Eisenkonkretionen ein schon länger gebildetes Material, das in der Tiefe liegt, von einem sekundär, also erst in jüngerer Zeit umgewandelten, darüberliegenden Verwitterungsprodukt trennen, d. h. der Laterit und die Braunerde können nicht gleichaltrig, sondern sie müssen zeitlich nacheinander gebildet sein. Es kann somit der Laterit kein illuvialer Horizont humoser Waldböden sein.

Daß auch rein weiße Farbe im Laterit auftritt, kann

[1] Dies. Centralbl. 1914. p. 642.

[2] Zitiert nach STREMME, a. a. O. p. 492.

[3] Über eine Einteilung nichtmetamorpher Sedimente in Tiefenzonen etc. Dies. Centralbl. 1910. p. 69—76.

[4] a. a. O. p. 493.

an jedem guten Handstück beobachtet werden. Daß die rein weiße Farbe im Laterit aber mit Bleicherdebildung nichts zu tun hat, wie dies Stremme annehmen möchte, hätte Stremme schon aus dem von mir betonten Umstand entnehmen können, daß das Weiß untrennbar mit eisenreichen rot-, lila- und violettfarbigen Lagen, Bändern und Adern verbunden ist. Wohl habe ich auch Bleicherde in den Tropen beobachtet, die unter der Einwirkung von Rohhumuswässern entstanden ist; diese aber war dann jeweils vollständig frei von färbenden Eisenbeimengungen. Auch die Tatsache, daß über dem Laterit in den von mir besuchten Gegenden zumeist Braunerde — also vielfach kein Rohhumus — liegt, beweist, daß im allgemeinen keine kolloidal gelösten Humusstoffe vorhanden sind, welche eine Auslaugung in der Richtung auf Bleicherde herbeiführen könnten. Zudem müßte dann der obere Teil des Profils der Bleicherde entsprechen und somit eisenfrei sein, was bei der Braunerde nicht der Fall ist.

Sollte Stremme mit dem Satz: „Ja, das Vorkommen rein weißer Farben läßt sogar das Auftreten von Bleicherdehorizonten erwarten“[1], etwa andeuten wollen, daß mit den Bleicherdebildungen des gemäßigten und kalten Klimas möglicherweise der Laterit der Tropen identisch sei? Auch nach seiner und Glinka's klimatischer Bodenklassifikation, die ich in zweiter Linie besprechen will, muß man auf diesen Gedanken kommen und auch das Folgende weist darauf hin.

Bei der Besprechung einer Arbeit von Lacroix über Laterit in Französisch-Guinea erwähnt Stremme die dort u. a. beobachteten tonigen Verwitterungsprodukte („Tone, Kaolin“), und zitiert die Ansicht Lacroix', daß zwischen der Verwitterung in den Tropen und derjenigen des gemäßigten Klimas kein prinzipieller Unterschied sei[2], ohne es abzulehnen, daß überhaupt bei lateritischer Verwitterung tonige, also nicht laterisierte Verwitterungsreste möglich seien. Tatsächlich kann es sich bei den in Französisch-Guinea durch die Verwitterung entstandenen kieselsäurehaltigen Zerstörungsprodukten gar nicht um das Resultat lateritischer, sondern nur um ein solches toniger Verwitterung handeln. Denn wir müssen entsprechend den klärenden Darlegungen Bauer's daran festhalten, daß nur diejenige Verwitterungsart, bei der die Kieselsäure entzogen wird und als letztes Restprodukt nur Aluminiumhydroxyd und wasserfreies bezw. wasserarmes Roteisen übrigbleibt, als die lateritische bezeichnet werden darf. Meines Erachtens handelt es sich bei den von Stremme in seiner letzten Arbeit geäußerten Anschauungen um die Gefahr, wenn nicht die Tatsache einer bedenklichen Umwertung bisher klarer Begriffe und Anschauungen. Die roten bunten und weißen, von Roteisen und Aluminiumhydroxyd herrührenden Farben einerseits, die Auslaugung

[1] a. a. O. p. 491.
[2] a. a. O. p. 492 f.

der Kieselsäure, der Erdalkalien und Alkalien andererseits, zusammen mit einem völligen Fehlen von Humusbeimengungen und Humuswirkung, müssen als die charakteristischen Eigenschaften des Laterits in Geltung bleiben.

Aus dem Vorstehenden folgt noch ein zweites, daß nämlich auch die Einreihung des Laterits nach klimatischen Gesichtspunkten in der von Glinka[1] aufgestellten und von Stremme in seiner Besprechung übernommenen Bodenklassifikation als Boden von optimaler Befeuchtung nicht richtig sein kann. Glinka teilt die Böden nach den Niederschlagsmengen ein, unter deren Einfluß sie stehen, und unterscheidet im wesentlichen zwischen Böden von optimaler, mittlerer, mäßiger und ungenügender Befeuchtung. Zu den Böden von optimaler (besser starker) Befeuchtung rechnet er den Laterit, die Roterden und die Gelberden, zu den Böden von mittlerer Befeuchtung die Rohhumus enthaltenden Böden (Bleicherde-, Podsolböden), zu den Böden von mäßiger Befeuchtung die Schwarzerden, zu den Böden von ungenügender Befeuchtung u. a. die Braunerden[2]. Ganz entsprechend ist auch die Einteilung Stremme's. Es ist schon höchst sonderbar, daß die Böden von starker Befeuchtung gar keine Vertreter in der kälteren gemäßigten und in der ganzen kalten Zone haben sollen und daß die Rot- und Gelberden, die z. B. an den Küsten des Mittelmeers verbreitet sind, Böden von optimaler Befeuchtung sein sollen, obwohl die dort beobachteten jährlichen Regenmengen keineswegs besonders hoch sind, während anderen Gegenden mit ähnlicher Durchschnittswärme, aber viel höherer Feuchtigkeit, diese Böden fehlen. Auf der anderen Seite werden, um nur ein weiteres herauszugreifen, die in ganz Mitteleuropa weit verbreiteten Braunerden, die u. a. Ramann[3] ganz besonders eingehend behandelt und denen wohl die meisten bodenkundlichen Arbeiten der deutschen Forscher gewidmet sind, von Stremme in seiner Besprechung mit keinem Worte erwähnt. Nach Glinka bilden sich die den deutschen Braunerden entsprechenden „Braunen Böden" Rußlands bei ungenügender Befeuchtung. Wir finden die Braunerden aber z. B. in Süddeutschland in Gegenden mit Regenmengen von zum mindesten über 500 mm, und nirgends wird bei uns ein Mangel an Feuchtig-

[1] Die Typen der Bodenbildung. 1914. p. 37 ff.

[2] Glinka nennt die Böden etwas abweichend „Braune Böden" und „Kastanienfarbige Böden". Diese in den russischen Steppen verbreiteten Böden sind nach Glinka's Beschreibung sicher nichts anderes, als die deutschen „Braunerden" im Sinne Ramann's. Wenn Glinka angibt, daß die von Ramann beschriebenen Braunerden zu den podsoligen Böden und den grauen Waldböden gehören (a. a. O. p. 39), so irrt er sich, da Ramann in seiner Beschreibung ausdrücklich hervorhebt (a. a. O. p. 585): „Eisen wird nicht ausgewaschen, daher herrschen gelb- bis rotbraune Färbungen vor." Schon dadurch unterscheidet sich die deutsche Braunerde scharf von allen rohhumusführenden Böden.

[3] Bodenkunde. 3. Aufl. 1911. p. 585—600.

keit, der sich etwa in Steppenbildung ausdrücken könnte, beobachtet. Vielleicht sieht STREMME selbst an diesem Beispiel, daß es unmöglich ist, Beziehungen, die für Rußland gültig sind, ohne wesentliche Modifizierung der GLINKA'schen Bodenklassifikation auf andere, z. B. die in Deutschland herrschenden Boden- und Klimaverhältnisse zu übertragen. Die Fehler, die der Bodenklassifikation GLINKA's und STREMME's anhaften, sind u. a. darauf zurückzuführen, daß sich die beiden Forscher nicht zu der Auffassung entschließen konnten, daß auch in den Tropen selbständige, d. h. keineswegs mit Laterit zusammen entstehende Braunerden, Schwarzerden und selbst Rohhumnserden sich zu bilden vermögen. Hätten sie dies anerkannt, dann wäre von selbst die Erkenntnis gefolgt, daß der Laterit, eben weil ihm Humusbeimengungen fehlen, unter Bedingungen entstehen muß, unter denen ein so geringes Maß von Feuchtigkeit herrscht, daß die Bildung bezw. Erhaltung von Humus verhindert wird, so daß er also kein Produkt optimaler Befeuchtung sein kann, wie dies GLINKA und STREMME annehmen. In einer besonderen Abhandlung werde ich darauf noch eingehend zu sprechen kommen.

Miscellanea.

Beneke'sche Preisaufgabe. „Zusammenfassende und kritische, soviel als möglich auf Autopsie gegründete Darstellung der Erscheinungen der Kontaktmetamorphose der Gesteine, nämlich der Änderungen ihrer chemischen und mineralogischen Zusammensetzung und ihrer Struktur, mit dem Ziele der Feststellung und Erklärung der chemischen und physikalischen Prozesse, welche die Metamorphose bewirken.

Auch wenn dieses Ziel nicht zu erreichen ist, sollen die sich darbietenden Probleme scharf definiert und die Bedingungen, unter denen sie lösbar erscheinen, erörtert werden.

Die Darstellung soll den Umfang von ca. 30 Druckbogen nicht überschreiten."

Bewerbungsschriften sind bis zum 31. August 1916[1], auf dem Titelblatt mit einem Motto versehen, an die philosophische Fakultät der Universität Göttingen einzureichen, zusammen mit einem versiegelten Brief, der auf der Außenseite das Motto der Abhandlung, innen Name, Stand und Wohnort des Verfassers anzeigt. In anderer Weise darf der Name des Verfassers nicht angegeben werden. Auf dem Titelblatt muß ferner die Adresse verzeichnet sein, an die die Arbeit zurückzusenden ist, falls sie nicht preiswürdig befunden worden ist. Der erste Preis beträgt 1700 Mark, der zweite 680 Mark. Die Zuerkennung des Preises erfolgt am 11. März 1917[1] in öffentlicher Sitzung der philosophischen Fakultät der Universität Göttingen.

[1] Dieser Termin ist wegen der Zeitverhältnisse um vorläufig 1 Jahr hinausgeschoben.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Modifikationen des Witherits beim Erhitzen.

Von **J. Samojloff** in Moskau, Petrowsko-Rasumowskoje.

Eine eingehende Zusammenfassung der Literatur über die thermische Dissoziation des $BaCO_3$ findet man bei Leitmeier[1]. Die Frage über die Dissoziation und Zerstörung des $BaCO_3$ beiseite lassend, die erst bei einer relativ sehr hohen Temperatur von $1350-1450^0$ stattfindet, beabsichtige ich, mich nur bei jenen thermischen Effekten aufzuhalten, welche das Bariumcarbonat bei einer Temperatur unter 1050^0, d. h. beträchtlich unter der Dissoziationstemperatur, offenbart.

Le Chatelier[2] hat bereits bewiesen, daß beim Erhitzen des $BaCO_3$ bis 795^0 Wärme absorbiert wird (freilich nannte Le Chatelier diese Temperatur fälschlich point de fusion BaO, CO^2). Kristallographische Untersuchungen an Witherit beim Erwärmen führte Mügge[3] aus. Später, im Jahre 1906, bestätigte Boeke[4], daß beim Erhitzen des $BaCO_3$ bei $t^0 = 811^0$ eine bedeutende Verzögerung im Gang der Temperatur eintritt, wobei diese Reaktion umkehrbar ist: beim Abkühlen wird Wärme abgegeben, und zwar bei einer etwas niedrigeren Temperatur, die von der Schnelligkeit der Abkühlung abhängt (für langsameres Abkühlen bei 795^0, für rascheres bei 761^0). Zwei Jahre später erschien die Arbeit Latschenko's[5], welcher bewies, daß diese Absorption der Wärme bei 800^0 375 großen Kalorien pro Gramm-Molekül des Bariumcarbonats entspricht. Schließlich bestätigte Friedrich[6] im Jahre 1912, daß nahe bei $t^0 = 810^0$ im Gang der thermischen Kurve ein deutlicher Stillstand eintritt, der ungefähr bei 780^0 bereits bemerkbar wird.

Es kann folglich als erwiesen gelten, daß bei $t^0 = 800^0$ ca. der Witherit in eine andere Modifikation, den α-Witherit, übergeht.

---

[1] H. Leitmeier, Handb. d. Mineralchemie, herausg. von C. Doelter. 1912. **1.** p. 491.

[2] H. Le Chatelier, Bull. d. l. Soc. chimique de Paris. 1887. **47.** p. 301.

[3] O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil-Bd. XIV. p. 258.

[4] H. E. Boeke, Zeitschr. f. anorg. Chemie. 1906. **50.** p. 244.

[5] P. Latschenko, Compt. Rend. 1908. **147.** 58. und Journ. d Russisch. Phys.-chem. Gesellsch. 1910. **42** p. 1604.

[6] K. Friedrich, dies. Centralbl. 1912. p. 657.

Unter den verschiedenen mineralischen Körpern, welche von mir in letzter Zeit auf ihr Verhalten beim Erhitzen untersucht wurden, wandte ich meine Aufmerksamkeit auch dem Witherit zu. Das fein gepulverte Mineral wurde in einem elektrischen Ofen erwärmt, das Pyrometer in die Substanz selbst versenkt; ein besonderes „registrierendes Pyrometer mit elektrischem Antrieb“ von Siemens & Halske notierte alle 12 Sekunden die Temperatur automatisch als Punkt auf einem Papierstreifen, der sich mit einer Schnelligkeit von 1 mm in der Minute bewegte. Eine genaue Beschreibung der ganzen Einrichtung ist in meinem Artikel über die chemische Konstitution des Kaolins zu finden [1].

Der erwiesene Übergang des Witherits in α-Witherit steht in Einklang mit meinen Beobachtungen.

Wie aus dem Papierstreifen zu ersehen ist, fällt der Haltepunkt der Kurve während des Abkühlens viel schärfer auf als während des Erhitzens, da hier eine Überkühlung eintritt und die Temperatur, die bereits bis 755^0 gesunken war, bei der molekularen Umgruppierung wieder bis auf 760^0 steigt.

Neben dieser α-Modifikation des $BaCO_3$ kommt jedoch auf meinen thermischen Kurven noch ein anderer Punkt zum Ausdruck. Die thermische Kurve eines Witherits aus Alston, Cumberland, zeigt beim Abkühlen eine deutliche Brechung der Kurve bei $t^0 = 940—945^0$, die aber viel schwächer ausgeprägt ist, als jene bei $755—760^0$. Berücksichtigt man, um wieviel die Brechung bei der Abkühlung schroffer ist als beim Erhitzen, so ist es nicht zu verwundern, daß die entsprechende Brechung der Kurve beim Übergang in die β-Modifikation beim Erhitzen der Beobachtung entgeht.

Außer dem Witherit aus dem vorgenannten Vorkommen wurde noch Witherit aus Fallowfield bei Hexham, Northumberland, untersucht, wobei die ganz deutliche, wenngleich etwas schwächer ausgeprägte Brechung der Kurve auf die gleiche Temperatur fiel. Schließlich äußerte sich ganz klar die Verzögerung im Gang der Kurve bei der nämlichen Temperatur auch beim Abkühlen eines künstlichen $BaCO_3$-Präparats von Kahlbaum (Bariumcarbonat gefällt).

In meinen thermischen Kurven beim Erhitzen und Abkühlen des Strontianits finde ich keine neuen ausgezeichneten Punkte, ich konnte nur die Angaben der früheren Autoren (ein Umwandlungspunkt bei ca. 875^0 beim Abkühlen) bestätigen.

Zieht man in Betracht, daß beim Abkühlen die Temperatur der Brechung unserer Kurve bei der Bildung des α-Witherits um ca. 30^0 niedriger ist als beim Erhitzen, so berechnet sich der Übergangspunkt in die β-Modifikation beim Erhitzen annähernd auf 970^0, wobei dieser Umwandlungsprozeß durch Aufnahme einer viel geringeren Menge von Kalorien begleitet wird, als beim Übergang

[1] J. Samojloff, Bull. d. l'Acad. d. Scienc. St.-Petersb. 1914.

in die α-Modifikation (wie bekannt, erfolgt z. B. der Übergang des Aragonits in Calcit unter ganz geringem thermischem Effekt, welcher laut Angaben verschiedener Autoren nicht nur verschiedene Größe, sondern auch verschiedenes Zeichen besitzt).

Mehrfaches Erhitzen und Abkühlen ein und desselben Objekts, sei es Witherit oder künstliches Bariumcarbonat, ergab stets die gleiche thermische Kurve.

Unser Beobachtungsmaterial erlaubt folglich den Satz aufzustellen, daß der Witherit bei $t^0 =$ ca. 800^0 in α-Witherit und dieser bei $t^0 =$ ca. 970^0 seinerseits in β-Witherit übergeht, während beim Abkühlen entsprechend ein Übergang des β-Witherit in α-Witherit und darauf in normalen Witherit stattfindet.

Über gesetzmäßige Verwachsungen von Bariumbromatkristallen.

Von **G. Aminoff** in Stockholm.

Mit 4 Textfiguren.

In einem Präparate von Bariumbromat ($Ba Br_2 O_6 . H_2 O$), von der Firma Kahlbaum hergestellt, habe ich zufällig bemerkt, daß zwillingsähnliche Verwachsungen in beträchtlicher Menge vorkommen. Um etwaige Zwillingsgesetze festzustellen, habe ich das Material einer goniometrischen Untersuchung unterworfen. Bei den, der Orientierung wegen, an den einfachen, 1—3 mm großen Kristallen ausgeführten Winkelmessungen ergaben sich ziemlich schlechte Werte, obschon die Flächen meistens gut spiegelnd waren, was wohl mit einem gestörten Kristallisationsvorgang zusammenhängen mag. Ich teile jedoch einige dieser Messungen an den einfachen Kristallen mit, um eine Vorstellung von der Beschaffenheit des Materials zu geben (Tab. 1). Bariumbromat kristallisiert bekanntlich nach den Messungen von Marignac, Topsoe, Eppler

Tabelle 1.

	Grenzen	Mittel	Berechnet	Anzahl der Messungen
(110) : (1$\bar{1}$0) . . .	96° 43′—98° 22′	97° 44′	97° 50′	18
(110) : ($\bar{1}$10) . . .	81 40—83 20	82 22	82 10	14
(100) : (101) . . .	41 15—42 13	41 48	42 0	11
(001) : (101) . . .	44 55—45 9	45 3	44 58	3
(112) : (1$\bar{1}$2) . . .	54 21—55 38	55 11	55 20	8
($\bar{1}$10) : (011) . . .	56 7—56 7	56 7	56 0	2
(110) : (011) . . .	—	52 57	52 53	1
(110) : (112) . . .	49 32—50 29	50 5	50 1	4
(100) : (10$\bar{1}$) . . .	—	44 42	44 51	1
($\bar{1}$00) : (001) . . .	93 7—93 11	93 9	93 2	2
(011) : (0$\bar{1}$1) . . .	99 0—101 39	100 42	100 55	5

und Behr monoklin holoëdrisch. Die Konstanten sind von Gossner[1] berechnet:

$$a:b:c = 1{,}1486:1:1{,}2130;$$
$$\beta = 93^\circ 2'.$$

Die Kristalle kamen in zwei verschiedenen Typen vor. Der eine Typus (Fig. 1) zeigt die Kombination $\{100\}$, $\{110\}$, $\{112\}$, $\{101\}$, $\{011\}$, $\{001\}$, wozu sich selten die Formen $\{010\}$ und $\{10\bar{1}\}$ gesellen. Die Flächen von $\{112\}$ herrschen über $\{101\}$ und $\{011\}$ vor. Die Flächen von $\{100\}$ und $\{110\}$ sind im allgemeinen im

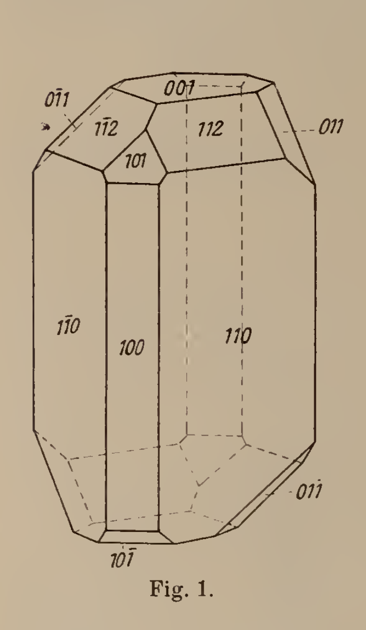


Fig. 1.

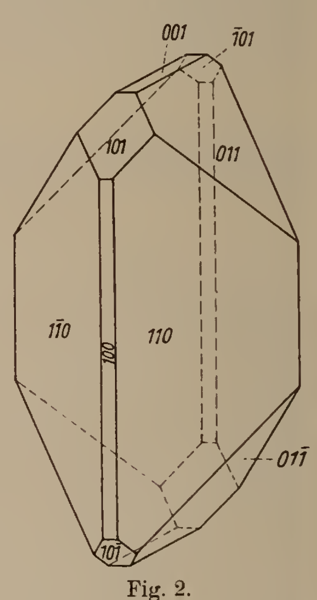


Fig. 2.

Gleichgewicht. Die Basis $\{001\}$ ist oft gerundet und gibt selten günstige Reflexe. Die Kristalle sind nach der c-Achse gestreckt. Der andere Typus (Fig. 2) unterscheidet sich vom ersteren durch das Fehlen von $\{112\}$ und durch große Flächen von $\{011\}$. Die Flächen von $\{100\}$ und $\{010\}$ sind schmal, $\{010\}$ fehlt oft ganz. Die Kristalle sind kurzprismatisch ausgebildet. Die von Marignac[2] beobachtete Form $\{211\}$ habe ich nicht finden können.

Bei der Untersuchung der Kristalle mit zwillingsähnlicher Verwachsung konnte ich bald feststellen, daß unter ihnen Verwachsungen ganz gesetzmäßiger Art vorkamen, und zwar einer Art Zwilling, die den zuerst von Brögger[3] am Hydrargillit be-

[1] Groth, Chemische Kristallographie. **2**. 1908. p. 115.
[2] Annales des mines. **12**. 1857. p. 65.
[3] Zeitschr. f. Krist. **16**. 1890. p. 24.

schriebenen Zwillingen nahesteht. Die zusammengewachsenen Kristalle sind im allgemeinen ungleich groß, seltener haben sie die gleiche Größe. Die beiden Individuen (vergl. Fig. 3) haben denselben Habitus und sind immer von dem Typus mit der Form {112} und mit gut ausgebildeten Flächen von {100}. Sie haben die Flächen {010} parallel und sind derart miteinander verbunden, daß die Basisflächen des einen den Flächen von {100} des anderen parallel sind. Bei den Individuen sind also außer den Flächen von {010} auch die ungleichwertigen Zonen [(010) : (001)] und [(100) : (010)] parallel. Dieses Zwillingsgesetz läßt sich folgender-

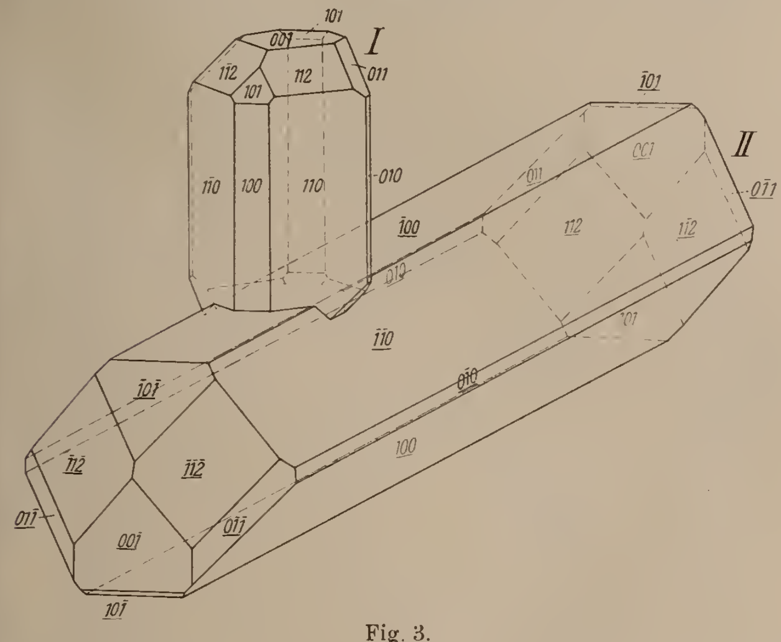


Fig. 3.

maßen ausdrücken: Drehung 180° um eine Achse, die in {010} liegt und den (spitzen oder stumpfen) Winkel zwischen den kristallographischen Achsen a und c halbiert. Die Stellung der beiden Individuen läßt sich auch in folgender Weise ausdrücken: Die (kristallographischen) Achsen a, b und c des einen Individuums sind parallel bezw. den Achsen c, b und a des anderen.

Ich teile die Messungen an 20 Zwillingen dieser Art mit (Tab. 2 auf p. 166 und 167).

Die Werte wechseln, wie man sieht, bedeutend, scheinen mir doch unzweideutig auf dieses Gesetz hinzudeuten.

Das Zwillingsgesetz „Zwillingsebene {101}“ sowie das Gesetz „Zwillingsebene $\{10\bar{1}\}$“ liegen beide diesem Gesetze nahe. Die

Tabelle 2.

Gemessen:

I II	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(100):(100) . . .	93° 32′	93° 30′	93° 26′	94° 18′	93° 13′	92° 40′	93° 22′	93° 40′	92° 50′	93° 56′	93° 4′
($\bar{1}\bar{1}$0):($\bar{1}$10)	57 35	57 39	57 57	57 1	57 12	—	57 44	—	57 34	—	—
($\bar{1}$10):($\bar{1}\bar{1}$0)	57 42	57 4	56 43	57 18	56 23	—	56 18	—	56 38	—	57 23
(1$\bar{1}$0):(110)	—	—	—	—	—	56 20	—	—	—	—	56 31
(110):(1$\bar{1}$0)	—	—	—	—	—	57 31	—	—	—	—	57 5
($\bar{1}\bar{1}$0):(110)	—	—	53 9	53 44	—	53 24	53 47	54 14	52 32	—	53 31
($\bar{1}$10):(1$\bar{1}$0)	—	—	55 25	52 49	53 58	53 20	52 51	—	—	53 43	53 16
(1$\bar{1}$0):($\bar{1}$10)	—	—	—	—	—	—	—	—	53 51	—	—
($\bar{1}$00):(112)	—	—	—	—	38 4	37 17	38 22	—	—	—	—
($\bar{1}$00):(110)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
($\bar{1}$00):($\bar{1}$10)	—	—	—	—	—	91 27	—	—	—	—	—
($\bar{1}$00):(110)	—	—	—	—	—	—		—	92 20	—	—
(100):($\bar{1}\bar{1}$0)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 2 (Fortsetzung).

Gemessen:

I II	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Mittel	Berechnet
$(100):(100)$	93°43′	93° 5′	93°32′	93°21′	92°16′	93°14′	93°22′	93°31′	93°40′	93°22′	93° 2′
$(\bar{1}\bar{1}0):(\underline{\bar{1}10})$	57 8	57 32	—	58 14	—	—	57 41	—	57 4		
$(\bar{1}10):(\underline{\bar{1}\bar{1}0})$	57 27	57 44	57 3	56 40	—	—	57 15	57 9	—	57 13	56 57
$(1\bar{1}0):(\underline{110})$	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
$(110):(1\bar{1}0)$	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
$(\bar{1}\bar{1}0):(\underline{110})$	52 58	53 16	—	52 24	—	53 19	53 48	—	52 42		
$(\bar{1}10):(1\bar{1}0)$	54 9	53 24	—	53 48	—	54 15	52 54	—	—	53 29	53 46
$(1\bar{1}0):(\underline{\bar{1}10})$	—	—	—	—	—	—	—	—	53 30		
$(\bar{1}00):(\underline{112})$	37 48	—	36 54	—	—	—	—	—	38 31	37 49	38 0
$(\bar{1}00):(\underline{110})$	—	88 10	—	—	—	88 30	87 42	—	—	88 7	88 1
$(100):(\bar{1}\bar{1}0)$	92 44	—	—	—	—	92 29	—	—	91 40		
$(\bar{1}00):(\underline{\bar{1}10})$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92 9	91 59
$(100):(\bar{1}\bar{1}0)$	—	—	—	92 13	—	—	—	—	—		

von mir gemessenen Winkel stimmen jedoch mit den aus diesen beiden Gesetzen berechneten viel schlechter überein. Der Winkel (100):(100) z. B. würde bei Zwillingen nach {101} 96° 0′ betragen und bei Zwillingen nach {10$\bar{1}$} 89° 42′. Bei den von mir gemessenen Zwillingen schwankt dieser Winkel von 94° 18′ bis 92° 16′, und das Mittel von 20 Messungen ist 93° 22′ gegen 93° 2′ für einen Zwilling der von mir angegebenen Art berechnet. Ich habe mit besonderer Sorgfalt nach Verwachsungen, die als Zwillinge nach {101} oder {10$\bar{1}$} zu deuten sein könnten, gesucht, habe aber deren keine gefunden.

Diese Art Zwillingsbildung, die man ja nicht in die drei ersten Klassen des Tschermak'schen Zwillingsschemas einpassen kann, scheint jedoch nicht so selten zu sein, wie man es vorher geglaubt hat. Nach dem ersten Beispiel am Hydrargillit sind nicht wenige beschrieben worden. Von diesen will ich nur bei zwei verweilen, die für den von mir beobachteten Fall näheres Interesse haben. Der eine ist von Boeris[1] an triklinem Kupfersulfat beschrieben worden. In diesem Falle sind die Flächen {010} der beiden Individuen parallel und außerdem die Zone [(100):(010)] des einen parallel der Zone [(010):(001)] des anderen Individuums. Sodann hat Ford[2] am Atakamit ein anderes Beispiel beobachtet, bei dem eine von den Flächen {011} sich an beiden Individuen parallel stellt und außerdem die Fläche (0$\bar{1}$1) in die Prismazone des anderen Individuums zu liegen kommt[3].

Ford (l. c.) macht darauf aufmerksam, daß im Falle des Atakamits nicht nur die Flächen von {011}, sondern auch die meisten anderen Flächen der beiden Kristalle sich beinahe parallel stellen. Er spricht auch die Vermutung aus, daß diese Art Zwillingsbildung mit einer Orientierung nach vorherrschenden Flächen und Zonen in Zusammenhang stehe. Bei pseudosymmetrischen Kristallen wäre dann die Erscheinung als eine parallele Verwachsung unter Vertauschung ungleichwertiger, aber ähnlicher Flächen und Zonen zu verstehen, was ja auch in Goldschmidt's[4] Auffassung der Genesis von den heteroaxialen Zwillingen, zu denen wohl die Zwillinge des Bariumbromats zu rechnen sind, liegt.

Beim Bariumbromat fallen, da die Substanz pseudoregulär ist, außer der Zone [(010):(001)] des einen mit der Zone [(100):(010)] des anderen Individuums auch die in diesen beiden Zonen liegenden

[1] Atti della Società italiana di scienze naturali Milano. **44**. 1905. p. 13. (Ref. in Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. p. 489.)

[2] Amer. Journal of science. **30**. 1910. p. 16.

[3] G. Friedel diskutiert in Bull. de la Soc. française de Min. **35**. 1912. p. 45, andere Deutungen dieses Zwillings, wobei er auch auf die Möglichkeit, diese Zwillinge als von pseudoregulärer Struktur des Atakamits bedingt anzusehen, hinweist.

[4] Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. p. 582.

Flächen beinahe zusammen. Das Verhältnis wird in der stereographischen Projektion (Fig. 4) veranschaulicht. Die Projektion enthält die Pole der beiden Individuen in Zwillingsstellung und ist nach der Prismazone des Individuums I polar gestellt. Die Pole des Individuums I sind mit gefüllten Ringen bezeichnet, die des Individuums II mit leeren. Koinzidierende Pole sind mit Ringen beider Art bezeichnet. Wie man sieht, fallen alle Pole,

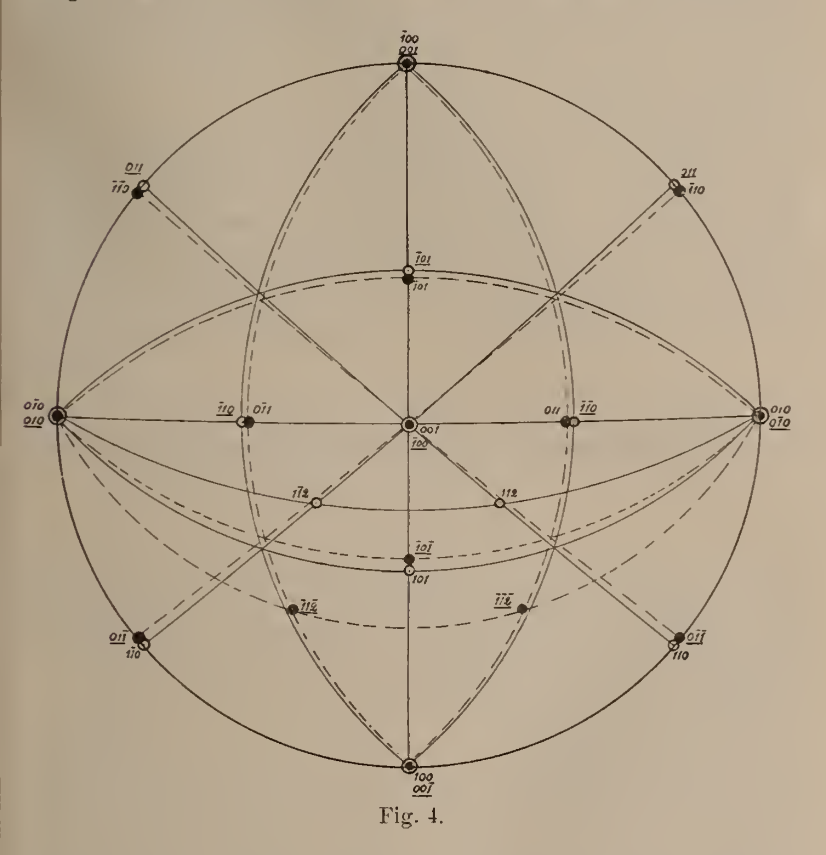


Fig. 4.

mit Ausnahme derer von {112}, der beiden Individuen zusammen (bezw. beinahe zusammen). Analoge Verhältnisse liest man aus der von Ford (l. c.) publizierten Projektion ab.

Es war von genetischem Interesse, feststellen zu können, daß in meinem Materiale von Bariumbromat auch andere Verwachsungen vorkamen, bei denen die Individuen nach verschiedenen ungleichwertigen Flächen und Zonen orientiert waren. Ich unterzog auch diese Verwachsungen einer goniometrischen Untersuchung, wobei ich indessen fand, daß bei den betreffenden Verwachsungen, obschon An-

näherungen an gewisse Gleichgewichtslagen deutlich zu erkennen waren, die Winkelschwankungen zu groß erschienen, als daß man von strengerer Gesetzmäßigkeit sprechen könnte. Häufig fanden sich Verwachsungen, bei denen die Flächen {112} des einen Individuums beinahe parallel den Flächen {100} und {110} des anderen waren, sowie solche, bei denen die Flächen {110} der beiden Individuen wechselweise beinahe parallel waren und außerdem die Zonenkante [(011):(110)] des einen beinahe parallel der Zonenkante [(010):(110)] des anderen Individuums. In diesen Fällen war also die orientierende Kraft zu schwach, um genauere Gesetzmäßigkeit hervorrufen zu können.

Möglicherweise könnte man im Sinne BAUMHAUER's[1] an eine „Konkurrenz" der beiden Zwillingsgesetze „Zwillingsebene {101}" und „Zwillingsebene {10$\bar{1}$}" denken, da ja das soeben beschriebene Zwillingsgesetz an Bariumbromat eine „Zwillingsebene" fordert, die eine Mittellage zwischen {101} und {10$\bar{1}$} einnimmt. Indessen scheint es mir näher zu liegen, dem Phänomen die oben angegebene Deutung zu geben.

Stockholm, Min. Laborat. der Hochschule, Dezember 1914.

Die Südküste des Angaralandes zwischen 70° und 105° ö. Gr.

Von **Kurt Leuchs.**

Mit einer Kartenskizze.

Die Geschichte des Angaralandes zeigt vom Präcambrium bis zum Tertiär ein stetiges Wachsen des alten Nordlandes nach Süd. eine andauernde Verschmälerung des, Angaraland und Gondwana trennenden, Meeres, bis endlich auch dessen letzter Rest der Landbildung zum Opfer fällt und damit die beiden Erdteile zu einem einzigen verschmelzen.

Dank den Forschungen der letzten Jahrzehnte ist dieser Entwicklungsgang genügend sicher nachgewiesen. Jedoch sind die Beobachtungen, welche darüber an Ort und Stelle gemacht wurden. in neuerer Zeit nicht zusammenfassend bearbeitet worden, eine Aufgabe, welche einerseits durch die Lückenhaftigkeit der Forschung, andrerseits auch dadurch erschwert wird, daß die in Betracht kommenden Schriften z. T. schwer zugänglich und nur mühsam zu verarbeiten sind.

Es soll daher Aufgabe des Folgenden sein, für das südliche Gebiet des heutigen Innerasien die Lage der Grenze zwischen Land und Meer, d. h. die andauernde Verschiebung dieser Grenze nach Süd von der Carbonzeit an festzustellen, soweit dies die bisher

[1] Zeitschr. f. Krist. 21. 1899. p. 266.

unternommenen Forschungen gestatten. Jedoch lege ich dabei besonderen Wert auf knappe Darstellung und unterlasse aus diesem Grunde auch die Erwähnung der zahlreichen Schriften, die für diese Ausführungen in Betracht kommen.

Es ist nun notwendig, sich kurz die Verteilung von Meer und Land im Gebiete des heutigen Innerasien im Untercarbon zu vergegenwärtigen. Das Bild, welches sich auf Grund der Forschung bietet, ist allerdings einfach genug. Denn in allen Gebirgsländern Innerasiens ist marines Untercarbon vorhanden. Es liegt manchmal konkordant auf Devon und beginnt dann mit dem unteren Untercarbon, meist aber transgrediert das obere Untercarbon (Stufe des *Productus giganteus*) über devonische und ältere Gesteine, so daß zu dieser Zeit das ganze Gebiet des heutigen Innerasien vom Meer bedeckt war. Dabei muß es vorläufig noch unentschieden bleiben, in welchem Maß einzelne kleinere oder größere Partien des vorcarbonischen Landes als Inseln erhalten blieben, wie dies sicher im Gebiete des mittleren Kwenlun der Fall war, wo das Meer im Obercarbon über den Bereich des Untercarbonmeeres hinaus vordrang und Sedimente unmittelbar auf vorcarbonischen Gesteinen absetzte.

Für die hier zu behandelnde Frage genügt es zu wissen, daß weitaus der größte Teil des Gebietes vom Meer überflutet wurde und daß von dem vorcarbonischen Gebirgslande höchstens Inseln noch lückenhaftes Zeugnis ablegten.

An diesem Zeitabschnitt möge nun die vorliegende Untersuchung einsetzen!

Von den Hochgebirgen Innerasiens ist heute der Tianschan, dank der in den letzten Jahrzehnten hauptsächlich von deutscher und österreich-ungarischer Seite aus betriebenen Erforschung, das bestgekannte. Daher geht die Besprechung mit Vorteil von ihm aus.

Während noch im oberen Untercarbon das ganze Gebiet des heutigen Tianschan vom Meere bedeckt war, bewirkte die nachuntercarbonische Gebirgsbildung ein Zurückweichen des Meeres nach Süd in einem solchen Umfang, daß im Obercarbon nur noch in den südlichen Randgebieten des Tianschan Meer war. Diese südlichen Meeresgebiete sind im weitaus größten Teile des Tianschan die letzten vom Meer überfluteten Bezirke. Nach dem Obercarbon ist, mit einer Ausnahme am westlichen Teil des Südrandes, keine Meeresbedeckung im Tianschan mehr erfolgt, vielmehr ist das Gebiet seitdem Festland und damit ein Teil des Angaralandes.

Es erscheint nun nötig, zu untersuchen, ob sich das Angaraland am Ende des Obercarbons nur bis zur Südgrenze des Tianschangebietes ausdehnte oder ob gleichzeitig noch weitere Gebiete dem Festland angegliedert wurden. Die Entscheidung dieser Fragen ist deshalb erschwert, weil südlich des heutigen Tianschan das weite Tarimbecken liegt. In ihm verhüllen junge Ablage-

rungen kontinentaler Entstehung die älteren Gesteine. Die einzige Ausnahme von dieser Regel bildet der Masartagh, welcher aber noch zum Tianschan gehört als dessen am weitesten in die Wüste sich erstreckender Ausläufer. Somit kann über die Meeresbedeckung zur Zeit des Obercarbons im Gebiete der Tarimsenke aus Beobachtungen an Ort und Stelle nichts gesagt werden. Dagegen ermöglichen die anstoßenden Gebiete sichere Schlüsse, sowohl durch die in ihnen vertretenen Meeresablagerungen, als auch durch die Art, wie die Schichten am Rande des Tarimbeckens endigen.

Ich habe schon früher (Geologische Rundschau 1914) auseinandergesetzt, daß das Tarimbecken ein Bruchbecken ist. Demgemäß sind seine Ränder tektonisch gebildet. So ist z. B. der ganze Südrand des Tianschan gegen das Tarimbecken ein großer Bruchrand, an dem sich das Absinken der Tarimscholle überall bemerkbar macht. Ob nun das Gebirge an einfachen Verwerfungen von großer Sprunghöhe endigt oder in Staffelbrüchen nach Süd absinkt, oder ob an solchen Brüchen und durch die Absenkung hervorgerufen, Überschiebungen vom höheren Gebiete gegen das tiefere hin erfolgen, stets ergibt sich, daß die Senkung der Tarimscholle die Ursache dieser Bewegungen ist, durch welche z. B. der Masartagh quer zum Streichen zerschnitten und abgeschnitten wurde.

Ähnliche Verhältnisse scheinen auch an den übrigen Rändern des Tarimbeckens zu herrschen. Denn am Innenrand des westlichen Kwenlun sind die carbonischen und devonischen Gesteine durch Brüche abgeschnitten und an diese legen sich die Hanhaischichten des Beckens an.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, daß die Ränder des Tarimbeckens keine Anhaltspunkte für die Verbreitung obercarbonischer Sedimente geben können, da sie ja erst viel später entstanden sind und in den verschiedensten Richtungen zum Streichen der älteren Schichten verlaufen.

Wenn also obercarbonische marine Ablagerungen rings um das Tarimbecken vorhanden sind, so dürfte auch das Gebiet des Beckens vom Obercarbonmeer bedeckt gewesen sein. Tatsächlich ist in allen in Betracht kommenden Gebirgen Obercarbon, wenn auch lückenhaft, nachgewiesen, nämlich im südöstlichsten Teil des Tianschan, dem Peschan, der das Tarimbecken im Osten abschließt, ebenso im mittleren Kwenlun, wo es, im Gegensatz zu dem Untercarbon, nicht aus rein marinen, sondern hauptsächlich aus limnischen und klastischen Ablagerungen (mit Kohlenflözen) besteht. Dies beweist, daß die im Untercarbon von neuem beginnende Herrschaft des Meeres im Gebiete des mittleren Kwenlun während der Obercarbonzeit zwar noch angedauert hat, stellenweise, wie unmittelbar über vorcarbonischen Gesteinen liegendes Obercarbon beweist, sogar noch größere Ausdehnung erreicht hat,

daß diese aber anscheinend auf Kosten des rein marinen Charakters ging.

Einfacher sind die Verhältnisse im westlichen Kwenlun. Unteres und oberes Carbon in mariner Entwicklung ist an verschiedenen Stellen nachgewiesen; dyadisches Alter wäre möglich bei den am Flusse Gussass gefundenen Kalksteinen, jedoch ist deren Fauna nicht ausreichend zu einer sicheren Bestimmung.

Im Peschan und im westlichen Kwenlun fehlen jüngere marine Ablagerungen vollständig (die Ablagerungen am Flusse Gussass bilden wahrscheinlich eine Ausnahme!), und im mittleren Kwenlun sind sie nur aus dem südlichen Gebiete bekannt. Somit erreichte die Meeresbedeckung am Ende des Obercarbons in den beiden ersten Gebieten vollständig ihr Ende, während sie im letzten Gebiete auf dessen südliche Teile beschränkt wurde.

Dort hat die Meeresbedeckung durch die Dyas bis in die Trias hinein angedauert, denn die dyadischen Doliolinenschichten des südlichen Kukunor- und Semenowgebirges sind gleichförmig von unterer Trias (skythische und anisische Stufe) überlagert. Westlich Lantschoufu am Tatungho liegen dyadische Sandsteine, die mit Schiefertonen wechsellagern und ein Gemisch von Meer- und Landformen enthalten, also dem Küstensaum des Dyasmeeres entsprechen dürften.

Die anisische Trias ist die jüngste bis heute gefundene marine Stufe im mittleren Kwenlun, daher ist es möglich, daß auch diese südlichen Teile darnach Land wurden.

Aus dem Gesagten ergibt sich nun mit Sicherheit, daß am Ende des Carbons die ganze Umrandung des heutigen Tarimbeckens und dieses selbst Festland wurde. Das Meer wurde weiter nach Süd gedrängt in die südlichen Teile des mittleren Kwenlun und hielt sich ebenso in dem Gebiete südlich des westlichen Kwenlun.

Denn auch dort sind durch die allerdings erst geringe Erforschung marine Ablagerungen von Dyas bis Jura, sowie obere Kreide bekannt. Sicher nachgewiesen sind in dem weiten Gebiete zwischen westlichem Kwenlun im Norden, Karakorum und Hedingebirge im Süden: Dyas, obere Trias, Lias, Callovien und obere Kreide. Es läßt sich noch nicht entscheiden, ob nur die durch Versteinerungen festgelegten Stufen vorhanden sind oder ob eine lückenlose Sedimentreihe von der Dyas bis zum Jura oder vielleicht sogar bis zur oberen Kreide in diesem Gebiet zum Absatz gekommen ist. Jedenfalls aber war dort während eines großen Zeitraumes in der Dyas und im Mesozoicum Meer, und es kann angenommen werden, daß der westliche Kwenlun während dieser ganzen Zeit die Südküste des Angaralandes gebildet hat. Dieses erfuhr somit in der Richtung nach Süden keine oder nur unbedeutende Vergrößerung.

Ob und wieweit Dyas und Mesozoicum in mariner Ausbildung

in Tibet vorhanden sind, läßt sich noch nicht entscheiden. In Westtibet sind Sandsteine und darüber Kalksteine, beide ohne Versteinerungen, bekannt, in Süd- und Osttibet ist die Gesteinsfolge mannigfaltiger, indem dort zu den vorherrschenden Kalk- und Sandsteinen noch Grauwacken und untergeordnet Schiefer treten, jedoch ist das Alter dieser verschiedenen Gesteine weder relativ noch absolut sicher festgestellt, so daß auch nicht entschieden werden kann, ob sie nicht z. T. noch zum Carbon gehören.

Einigermaßen sichergestellt erscheint liassisches Alter für Kalksteine östlich des Tengrinor.

Daraus sowie aus der Lagerung und petrographischen Ausbildung der Gesteine, besonders in Westtibet, kann mit ziemlich großer Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß das dyadische und triadische Meer des südlichen Teiles des mittleren Kwenlun und das des Gebietes zwischen westlichem Kwenlun und Karakorum miteinander durch Tibet hindurch in Verbindung standen.

Wenn vorhin gesagt wurde, daß das Gebiet des heutigen Tarimbeckens am Ende des Carbons Festland wurde und blieb, so gilt diese Behauptung nur mit einer Ausnahme, auf die ich schon früher hingewiesen habe.

Im westlichen Teil des Tarimbeckens liegen nämlich marine Sedimente der oberen Kreide und des Eocäns transgressiv über älteren Gesteinen und stehen nach West durch die Grenzgebiete zwischen Tianschan und Alai in Verbindung mit den gleichen Ablagerungen im Ferghanabecken und in der turanischen Niederung. Es ergibt sich daraus, daß sich im Senon ein Meeresarm von West her bis in das Gebiet des heutigen Tarimbeckens erstreckte, jedoch anscheinend nur in dessen westlichsten Teil. Das legt die Vermutung nahe, daß das Becken zur Zeit dieser Transgression nicht seine heutige Form hatte, sondern diese erst durch spätere tektonische Bewegungen erhielt, welche, nach dem Fehlen von jüngeren als eocänen marinen Schichten zu schließen, wohl am Ende der Eocänzeit stattgefunden haben.

An das Gebiet mit den dyassischen und mesozoischen Ablagerungen im Süden schließt sich das Karakorumgebirge. Auch in ihm sind marine Sedimente aufgefunden worden, in Braldu, und es kann angenommen werden, daß diese einst das ganze Gebiet bedeckt haben und erst später durch tektonische Vorgänge und dadurch verstärkte Abtragung größtenteils entfernt wurden, so daß heute nur kümmerliche Überreste erhalten sind.

Das Alter dieser Sedimente ist noch nicht sicher bestimmt. Insgesamt haben sie in Braldu 1500 m Mächtigkeit, und Diskordanzen sollen in der ganzen Reihe nicht vorhanden sein. Es wäre daher möglich, daß hier ununterbrochene Sedimentation vom oberen Carbon bis weit in das Mesozoicum hinein stattgefunden hätte, und diese Annahme würde ja, wie schon gezeigt wurde,

durch die Sachlage in dem Hochlande nördlich des Karakorumgebirges eine kräftige Stütze finden.

Bezüglich der östlichen Fortsetzung des Karakorum, des Hedingebirges, stehen keine Angaben zur Verfügung, welche für die vorliegende Untersuchung brauchbar sind.

Sicheres ist erst wieder vom Südwestfuß des Karakorumgebirges bekannt. Dort im Industal und südlich davon liegt marines Eocän, und die Tatsache, daß bis heute nördlich davon keine Spur von solchem gefunden worden ist, läßt darauf schließen, daß das Eocän des Industales nahe der Nordgrenze des Eocänmeeres abgelagert wurde. Alles, was nördlich davon liegt, dürfte am Ende des Mesozoicums Festland geworden sein, und wieder wächst somit das Angaraland um ein gewaltiges Stück nach Süd.

Das Induseocän lagert sich an das Land nordöstlich des heutigen Industales an. Im Süden dehnte sich das Eocänmeer aus. Posteocän erfolgte dann eine weitere Zurückdrängung des Meeres, marine Sedimente aus der folgenden Zeit kommen nur in den äußersten Ketten des Himalaya vor, dort jedoch schon großenteils nicht mehr rein marin ausgebildet. Demnach setzte sich die Rückzugsbewegung des Meeres auch nach dem Eocän weiter fort und hatte zur Folge, daß im höheren Tertiär die Vereinigung von Angaraland mit dem indischen Teil von Gondwana erfolgte. Das trennende große Mittelmeer war verschwunden, verdrängt von der durch lange Zeiten hindurch in gleicher Richtung sich äußernden Kraft des Nordlandes, immer neue Gebiete dem alten Rumpf anzugliedern.

Es erübrigt noch, den südwestlichen Teil von Innerasien zu besprechen. Der Mustaghata, die Fortsetzung des Karakorumgebirges, scheint von carbonischen und jüngeren marinen Ablagerungen frei zu sein, und es wäre möglich, daß dieses überwiegend aus Gneis bestehende Gebirge schon von vorcarbonischer Zeit an nicht mehr vom Meer überflutet wurde. Jedoch kann dies heute mangels genauer Erforschung nicht sicher angenommen werden. Sicher dagegen ist, daß dyadische und mesozoische Meeresablagerungen nicht über den Mustaghata hinüber auf dessen Innenseite sich erstrecken. Vielmehr liegen dort die kontinentalen Angaraschichten, der Mustaghata hat also die gleiche Stellung wie weiter im Südosten der westliche Kwenlun und ist sicher seit dem Ende des Carbons ein Teil des Angaralandes.

Wie sich nun auf der Außenseite des westlichen Kwenlun eine ganze Anzahl von nachcarbonischen marinen Horizonten findet, so auch auf der Außenseite des Mustaghata. Am Fuße des Gebirges bei Aktasch im Pamirgebiet liegt obertriadischer Kalkstein und im westlichen Pamirgebiete liegen über obercarbonischen Fusulinenkalken mächtige dyassische und triadische Sedimente. Es sind Fusulinenkalke, Tuffe und Tuffsandsteine der Dyas sowie rote

Sandsteine mit Tonen und Kalksteinen der untersten Trias. Auch andere Formationen: obere Trias, unterer Jura, vielleicht auch oberer Jura, sind durch die letzte deutsch-österreichische Forschungsexpedition in jenen Gegenden festgestellt worden. Dazu kommt noch obere Kreide in transgressiver Lagerung, darüber Alttertiär.

Im großen betrachtet zeigen sich also hier ähnliche Verhältnisse wie im Süden des westlichen Kwenlun. Es kann angenommen werden, daß beide Gebiete miteinander in Verbindung standen, und es ergibt sich daraus, daß das dyadische und mesozoische Mittelmeer vom südlichen Teil des mittleren Kwenlun nach West am ganzen Südrand des westlichen Kwenlun entlang und weiter südwestlich des Mustaghata durch das heutige Pamirgebiet, besonders durch dessen südwestlichen Teil, sich bis über die Westgrenze von Innerasien hinaus ununterbrochen ausgedehnt hat.

Weiter im Norden, im Gebiete der Alaiketten, sind wieder weniger nachcarbonische marine Ablagerungen vorhanden. Dort liegen transgressiv über den carbonischen und älteren Gesteinen nur senone Kreide und Eocän, und zwar bilden sie die Absätze jener Meeresbucht, welche von Westen her durch das Ferghanabecken in das heutige westliche Tarimbecken sich erstreckte. Demnach sind die Alaiketten nach dem Obercarbon mit dem Angaraland verwachsen, und die senone Transgression vermochte den Zusammenhang nicht ganz zu stören. Vielmehr scheinen die heutigen Hauptketten des Alaigebirges von nachcarbonischer Meeresbedeckung freigeblieben zu sein, und dieses Gebiet mag, besonders in der jüngeren Kreidezeit, einen sich weit nach Westen in das Meer erstreckenden Land- oder richtiger Gebirgszug gebildet haben.

Nacheocän erfolgte dann der völlige Rückzug des Meeres aus dem westlichen Pamir- und auch aus dem Ferghanagebiet. Damit war das heutige Innerasien vollständig ein Teil des Angaralandes geworden.

Zusammenfassung.

Aus diesem kurzen Überblick über die Vorgeschichte von Innerasien ergeben sich nun einige bemerkenswerte Erscheinungen.

Es hat sich gezeigt, daß auf die große Transgression im oberen Untercarbon schon am Ende des Untercarbons eine sehr bedeutende Regression gefolgt ist, die hervorgebracht wurde durch die starke Gebirgsbildung in weiten vom Untercarbonmeer überfluteten Gebieten.

Die Gebirgsbildung setzt aufs neue kräftig ein am Ende des Obercarbons, und wieder erfährt das Meer eine Regression nach Süd von ganz bedeutendem Ausmaß.

Dann folgt eine lange Zeit, in der Dyas und im Mesozoicum, aus der keine Beweise für starke Gebirgsbildung bekannt sind. Demgemäß verändert sich auch die Grenze von Land und Meer nicht oder wenigstens nicht in größerem Maße, wie die an verschiedenen, weit voneinander entfernten Orten gefundenen Meeresablagerungen

aus jener Zeit zu beweisen scheinen. Erst im jüngsten Mesozoicum ergeben sich wieder größere Veränderungen. Dazu gehört die senone Transgression von West her bis in das heutige Tarimbecken, in dessen westlichem Teil die Meeresbedeckung sich bis in das Eocän erhielt. Möglicherweise war in Westtibet der Ablagerung der oberen Kreide eine Regression des Meeres vorausgegangen, ja, wenn dem Umstand, daß bis heute nur an einer Stelle in Westtibet obere marine Kreide nachgewiesen ist, Gewicht beigelegt werden darf, so könnte für Tibet eine Regression des Meeres etwa am Ende der Jurazeit und neuerliche, verhältnismäßig wenig ausgedehnte Transgression in der oberen Kreidezeit angenommen werden. Auch im westlichen Pamirgebiete fehlt ja die untere Kreide in mariner Entwicklung, und der dortige Jura ist transgressiv von oberer Kreide überlagert. Beweise für eine Transgression in der oberen Kreidezeit sind somit auch im südlichen Innerasien anscheinend vorhanden. Jedoch dürfte dort der Transgression keine große regionale Bedeutung zukommen, was sich auch daraus ergibt, daß sich das Eocän nur bis zum Südwestfuß des Karakorumgebirges erstreckt. Dieses marine Eocän des Industales liegt bereits außerhalb des heutigen Innerasien, in welchem das einzige Vorkommen von marinem Eocän das des Ferghana—Alai—westlichen Pamir—westlichen Tarimgebietes ist.

Posteocäne marine Sedimente sind in ganz Innerasien nicht vorhanden.

Sehr bemerkenswert an diesem Entwicklungsgang ist die ganz oder fast ganz unveränderte Lage der Südküste des Angaralandes in der Dyas und im größten Teil des Mesozoicums. Alai, Mustaghata, der westliche und der Hauptteil des mittleren Kwenlun bilden in dieser langen Zeit die Grenze, und bis heute ist noch kein sicherer Nachweis dafür erbracht, daß während dieser Zeit das Meer die Küstengebiete überflutet hätte.

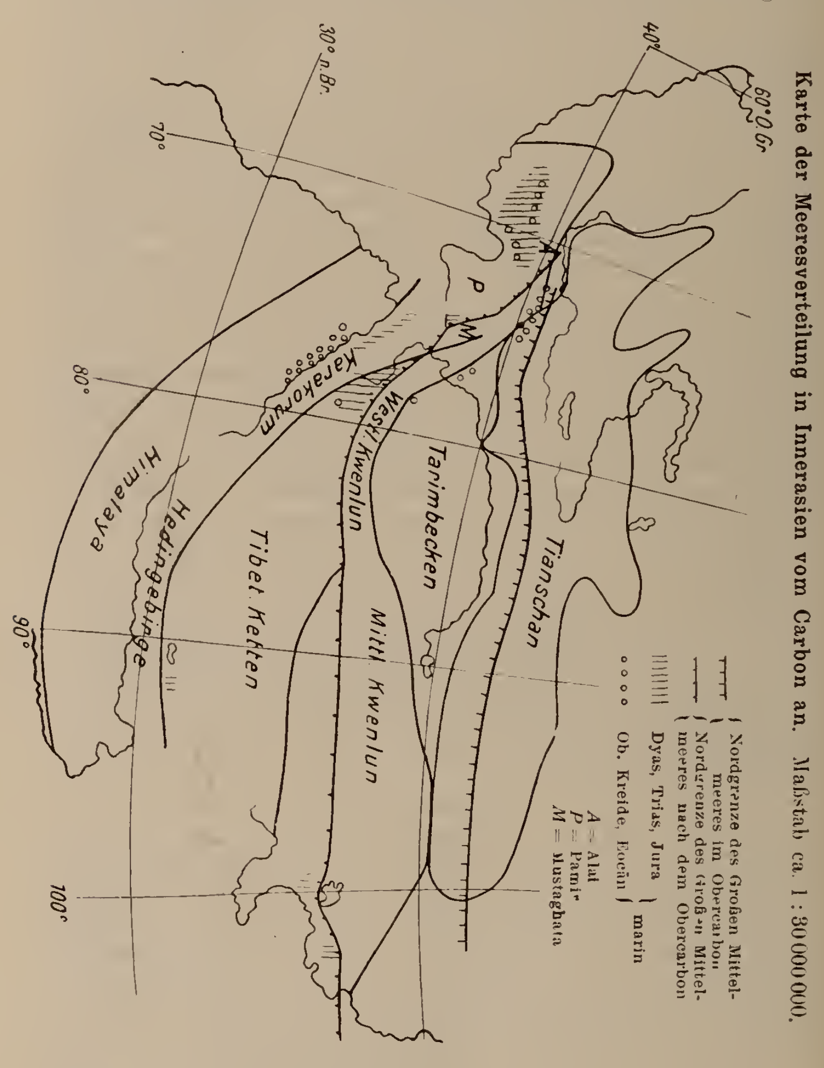
Weiter zeigt sich, von der Oberkreidetransgression abgesehen, daß immer, wenn eine Veränderung in der Verteilung von Meer und Land erfolgt, diese auf Kosten des Meeres geschieht. Das Land wächst, ich möchte sagen ruckweise, nach Süd weiter, das Meer wird nach Süd verdrängt von immer neuen, dem Meeresboden entsteigenden Gebirgsländern, und zuletzt erfolgt die Vereinigung von Nord- und Südland, wobei dem letzteren eine vollständig passive Rolle zufällt derart, daß sich die äußersten Ketten des Himalaya über ihr Vorland überschieben.

Bemerkungen zur Kartenskizze.

Es ist selbstverständlich, daß die Karte nur eine allgemeine Vorstellung von der Meeresverteilung in Innerasien geben kann. Denn bei der noch sehr geringen Kenntnis weiter Gebietsteile kann natürlich jeder Tag neue Funde bringen, welche eine Ver-

änderung der Küstenlinien bedingen. Es möge daher beachtet werden, daß die Karte nur in großen Zügen bringt, was bis heute bekannt ist.

Im einzelnen ist zu bemerken, daß die Verbreitung der nachcarbonischen marinen Sedimente im Alai und Pamir nur ganz



Karte der Meeresverteilung in Innerasien vom Carbon an. Maßstab ca. 1 : 30 000 000.

ungefähr richtig ist, da die neuesten Ergebnisse noch nicht veröffentlicht sind, daß die nachcarbonische Nordgrenze des Meeres im mittleren Kwenlun von Westen bis zum Kukunor ganz schematisch ist und daß von nachcarbonischen Meeresablagerungen nur solche eingezeichnet sind, deren Alter durch Versteinerungen oder Lagerung sicher bestimmt ist.

Die Stammesgeschichte der Elephanten.

Von **W. Soergel.**

Der Fund eines irrtümlich dem *Elephas planifrons* zugeschriebenen Zahnfragments bei Dobermannsdorf in Niederösterreich war für G. Schlesinger Veranlassung, die Stammesgeschichte der Elephanten einer „kritischen", auf fleißigen Literaturstudien beruhenden Überarbeitung zu unterziehen. In diesen 1912 erschienenen „Studien über die Stammesgeschichte der Proboscidier"[1] gelangte er hinsichtlich Verwandtschaft und Abstammung der einzelnen Elephantenarten zu wesentlich anderen Resultaten als ich in meiner im gleichen Jahre veröffentlichten Arbeit über diluviale Elephanten[2]. Da mir in der Folgezeit die Besprechung meiner Arbeit, Briefwechsel und vielfach mündliche Aussprache mit Fachgenossen zumeist Zustimmung zu meinen Schlußfolgerungen und den dafür eingesetzten Argumenten zeigten, da meine Arbeit ferner die Unhaltbarkeit verschiedener, in der älteren Literatur verbreiteter und von Schlesinger wieder aufgenommener Ansichten nachwies, so hielt ich es vorläufig nicht für nötig, meine Resultate gegenüber den Schlesinger'schen Anschauungen nochmals zu begründen. Nun hat ein neuerlicher Fund des vermeintlichen *Elephas planifrons* G. Schlesinger ermutigt, die Diskussion über die Stammesgeschichte der Elephanten mit „größerer Entschiedenheit" wieder aufzunehmen. In dieser 1914 erschienenen Abhandlung „Ein neuerlicher Fund von *Elephas planifrons* in Niederösterreich"[3] erhebt er verschiedene Einwände gegen die von mir begründete Stammesgeschichte der Elephanten, verzichtet aber vorläufig darauf, „im Rahmen dieser kurzen Kritik die ‚Beweise' Soergel's punktweise zu widerlegen".

Für mich besteht das erfreuliche Moment dieser Arbeit besonders darin, daß Schlesinger sich in einem sehr wesentlichen Punkte, nämlich in der Auffassung des *El. africanus* und in der Frage nach der Lebensberechtigung des *El. priscus* meinen Ansichten nähert oder doch zu nähern beginnt. Infolge dieser Annäherung ist der Unterschied zwischen der von Schlesinger befürworteten und der von mir begründeten Phylogenie der Elephanten kein so grundlegender mehr, eine Verständigung nicht mehr so aussichtslos, als es vor zwei Jahren scheinen mußte. Damit zeigt sich mir die Möglichkeit, einmal durch eine ausführliche Diskussion die letzten strittigen Fragen über die Stammesgeschichte der Elephanten klar herauszuschälen, zum anderen den Schlußstrich zu

[1] Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1912. **62**. Heft 1.

[2] *Elephas trogontherii* Pohl. und *El. antiquus* Falc., ihre Stammesgeschichte und ihre Bedeutung für die Gliederung des deutschen Diluviums. Palaeontographica. Bd. LX. 1912.

[3] Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1913. **63** Heft 4.

ziehen unter die „*Planifrons*-Episode" und nachzuprüfen, ob die Arbeiten der letzten Jahre eine Revision und eventuelle Abänderung meiner Anschauungen über die Stammesgeschichte der Elephanten nötig machen.

Auf die von Schlesinger dem *El. planifrons* zugeschriebenen Zahnfragmente von Krems, Dobermannsdorf und Laaerberg brauche ich hier nicht näher einzugehen, nachdem ich an anderer Stelle[1] ausführlich nachgewiesen habe, daß die 3 Zahnfragmente zweifellos nicht dem *El. planifrons*, sondern dem *El. meridionalis* resp. *El. meridionalis trogontherii* angehören.

Aus didaktischen Gründen gliedere ich die folgenden Ausführungen in einzelne Abschnitte. Zuerst bespreche ich kurz die Stellung des *El. africanus*, in einem 2. Abschnitt erörtere ich sehr ausführlich die Stammesgeschichte der europäischen Elephanten und die von Schlesinger gegen meine Auffassung erhobenen Einwände; der 3. Abschnitt behandelt schließlich die indisch-asiatische, ein 4. die amerikanische Gruppe.

I. *Elephas africanus.*

Der afrikanische Elephant galt bis in die jüngste Zeit für einen nahen Verwandten des pleistocänen *El. antiquus*, mit dem er den direkten Stammvater, den vielumstrittenen *El. priscus*, gemein haben sollte. Diese seit der Zeit Falconer's von der Mehrzahl der Forscher geteilte Auffassung konnte ich 1912 als unhaltbar erweisen. Es zeigte sich, daß *El. africanus* in einigen Merkmalen, besonders der Dentition, primitiver ist als *El. meridionalis*, ja als *El. planifrons*, daß eben diese primitiven Merkmale die Art den Stegodonten näher rücken. Daraus ergab sich die von allen anderen Elephanten des Pliocän, Pleistocän und der Gegenwart weit entfernte Stellung dieser Art, deren direkte Vorfahren ich mit Weithofer in der näheren Verwandtschaft des *Stegodon bombifrons* vermutete. *Elephas priscus* stellte sich als eine „Kollektivart" heraus, die falsch bestimmte Zähne, meist stark abgekaute letzte Unterkiefermolaren verschiedener Arten vereinigte, unseren Vorstellungen von einer „Art" also nicht entsprach und gestrichen werden mußte. Diese Auffassung hat kürzlich W. O. Dietrich in einer kritischen Studie über die Stammesgeschichte des afrikanischen Elephanten[2] durchaus bestätigt und die Unhaltbarkeit eines *El. priscus* klar und ausführlich begründet. Im Gegensatz zu Weithofer und mir vermutet er in noch unbekannten afrikanischen Mastodonten die direkten Vorfahren des *El. africanus*.

Schlesinger, der in seiner ersten Arbeit die eingangs erwähnte alte Auffassung vertrat, hat sich neuerdings der von mir begrün-

[1] Paläontologische Zeitschrift. 1915. 2. Heft 1.
[2] Zeitschr. f. induktive Abstammungslehre. Jahrg. 1913.

deten Anschauung stark genähert. Er schreibt selbst: Jedenfalls erkläre ich ausdrücklich, daß mich die neueren Ausführungen über die Phylogenie des afrikanischen Elephanten soweit beeinflußt haben, daß ich an meinen 1912 geäußerten Behauptungen nicht ohne weiteres festhalten kann und die Frage der Abstammung des *El. africanus* für gänzlich offen halte."

„Die Nachprüfung der *Priscus*-Frage behalte ich mir vor."

Ich hoffe, daß meine kürzlich an anderer Stelle[1] erschienenen Ausführungen über das Gebiß des *El. africanus* inzwischen auch die letzten Zweifel des Herrn Schlesinger an der Richtigkeit meiner Auffassung beseitigt haben und ihn auch in der Nachprüfung der *Priscus*-Frage wirksam unterstützen werden.

Trotz der noch bedingten Zustimmung Schlesinger's zu der neuen Anschauung darf ich auf Grund zahlreicher schriftlicher und mündlicher Äußerungen von Fachgenossen heute schon behaupten, daß Einigkeit herrscht darüber: daß *El. africanus* in verschiedenen Merkmalen als eine wesentlich primitivere, den Stegodonten näherstehende Form gelten muß als *El. planifrons*, daß *El. africanus* unter den Elephanten der Vergangenheit und Gegenwart eine völlig isolierte Stellung einnimmt, daß er mit *El. planifrons*, dem Stammvater aller sonstigen oberpliocänen und pleistocänen Elephanten, den direkten Vorfahren nicht gemein hat.

Ungelöst ist bis heute die Frage nach der Herkunft des afrikanischen Elephanten. Über den direkten Vorfahren kann man nur so viel mit einiger Bestimmtheit sagen, daß er unter den bis heute bekannten fossilen Proboscidiern nicht enthalten ist.

II. Der europäische (eurasiatische) Formenkreis.

Meine 1912 veröffentlichten Studien über diluviale Elephanten führten mich zu folgenden Vorstellungen von der Stammesgeschichte der europäischen (eurasiatischen) Elephanten:

Der gemeinsame Stammvater der indisch-asiatischen und der europäischen (eurasiatischen) Formen ist der nur aus Indien bekannte *Elephas planifrons* Falc. Unter seinen direkten Nachkommen setzten die großartigen Wanderungen nach Westen ein, die schließlich zu einer Trennung in eine östliche, indische Form, *El. hysudricus*, und eine westliche, europäische Form, *El. meridionalis*, führten. Unter dem Einfluß der Wanderungen, die unter den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen resp. unter den primitiveren Formen des *El. meridionalis* beginnend diesen aus dem asiatischen Stammland über fast ganz Europa verbreiteten, und unter dem Einfluß der kleineren, die Klimaschwankungen der Eiszeit einleitenden Oszillationen entwickelte die

[1] Mitteil. d. bad. geol. Landesanstalt. 1914. 9. Heft 1.

Art eine größere Variationsbreite, aus der im Oberpliocän 2 Varietäten deutlicher heraustraten. Die großen Klimaschwankungen, die den Beginn des Pleistocän charakterisieren und die sich in erster Linie in der Zusammensetzung der Flora, im örtlichen Landschaftscharakter und damit in der Verteilung der verschiedenen Landschaftsformen in Europa geltend machen mußten, begünstigten eine Isolierung der beiden Formen, die allmählich zu einer schärferen Trennung führten. Die eine Form bevorzugte die reinen Waldgebiete und wurde dadurch die Charakterform ozeanischer Klimabezirke, die andere Form assimilierte sich der freien Landschaft. der Grassteppe. war also vorwiegend in kontinentalen Klimabezirken verbreitet. Damit war die definitive Aufteilung in eine Waldform. *El. antiquus*, und eine Steppenform, *El. trogontherii*, vollzogen; die weitere Entwicklung hat beide Nachkommen des *El. meridionalis* (im weiteren Sinne) mehr und mehr auseinandergeführt und jeden in seiner Art zu einem hochspezialisierten Typus ausgebildet. In dem ersten Stadium der Trennung, im älteren Diluvium, sind beide noch durch zahlreiche Zwischenformen verbunden, die je nach den klimatischen und landschaftlichen Verhältnissen eines Landes hier eine größere, dort eine kleinere Rolle spielen und die Variationsbreite des *El. meridionalis* gleichsam fortsetzen, aus der die Typusformen beider Pole schon zu dieser Zeit völlig herausgewachsen sind. Vom älteren Mitteldiluvium an treten diese Zwischenformen mehr und mehr zurück, die Variationsbreiten der *Antiquus*-Formen und der *Trogontherii-primigenius*-Formen überschneiden, ja tangieren sich nicht mehr: es sind zwei scharf geschiedene Arten, *El. antiquus* Falc. und *El. primigenius* Blumb. entstanden.

Gegen diese Darstellung der Stammesgeschichte der europäischen Elephanten hat G. Schlesinger in seiner letzten Arbeit verschiedene Einwände erhoben. Da Schlesinger nicht die Absicht hatte, „im Rahmen dieser kurzen Kritik die ‚Beweise‘ Soergel's punktweise zu widerlegen“, so beschränkt er sich darauf, „die Momente hervorzuheben, welche Soergel's Auffassung anders beleuchten oder ihr widersprechen“. Er diskutiert drei solcher Momente: zwei von ihnen, nämlich die zwischen *El. trogontherii* und *El. antiquus* intermediären Formen und die im Gebiß und Unterkiefer *antiquus*-artigen Formen des *El. meridionalis* sollen in der neuen Beleuchtung direkt für die Abstammung des *El. antiquus* von *El. planifrons*, das dritte, die Schädelformen der einzelnen Arten, soll vollkommen gegen die von mir vertretene Auffassung sprechen und nur bei Annahme der Deszendenzlinie *Planifrons-Antiquus* eine befriedigende Lösung finden. Zur Klarstellung meiner von Schlesinger z. T. mißverstandenen, jedenfalls in seiner Arbeit nicht richtig wiedergegebenen Auffassung sehe ich mich besonders in der Schädelfrage zu einer ausführlichen Diskussion

resp. zu einer detaillierten Interpretation meiner früheren Ausführungen veranlaßt. Ich erörtere im folgenden die 3 Momente in folgender Reihenfolge:

A. Die *antiquus*-artigen Molaren des *El. meridionalis*.

B. Die intermediären, zwischen *El. trogontherii* und *El. antiquus* stehenden Formen.

C. Die Schädelfrage.

A.

Schlesinger schreibt p. 739 (II):

„Die Deszendenten des *El. planifrons* in der Richtung gegen *El. antiquus* typus mußten ja bei der großen Ähnlichkeit dieser Art mit *El. meridionalis* im Bau der Molaren begreiflicherweise Stadien durchlaufen, welche Merkmale von *El. meridionalis* und *El. antiquus* vereint trugen.

Solchen Stücken entsprechen die von W. Soergel (l. c. p. 87) für seine Ansichten in Anspruch genommenen Molaren, welche C. Bortolotti publizierte."

Stammt *El. antiquus* direkt von *El. planifrons* ab, wie Schlesinger glaubt bewiesen zu haben, so muß er selbstverständlich einmal ein *Meridionalis*-Stadium durchlaufen haben, d. h. in den von mir als Mutationsmerkmalen bezeichneten Merkmalen eine Entwicklungshöhe besessen haben, die derjenigen des oberpliocänen *El. meridionalis* entspricht. Ebenso sicher ist, daß die Zähne zweier solcher auf gleicher Stufe stehenden Formen infolge der Gleichheit der Mutationsmerkmale eine gewisse Ähnlichkeit erhalten können. Niemals aber würde man in solchen Fällen zweifelhaft sein über die Zugehörigkeit eines nur einigermaßen erhaltenen Zahnes zu dieser oder zu jener Art, da die Variationsmerkmale ja sehr verschieden sein können, und sobald es sich um 2 Arten auf nur gleicher Entwicklungshöhe handelt, verschieden sein müssen. Wären sie nicht verschieden, so hätten wir kein Recht, von 2 Arten zu reden, wären sie es aber nur an extremen Stücken, sonst aber durch alle Übergänge miteinander verknüpft, so hätten wir nur das Recht, von 2 Varietäten, von der Summe aller Formen als von einer Variationsbreite zu reden. Dieser letzte Fall liegt nun für „*El. meridionalis*" des Oberpliocän tatsächlich vor. Neben einer großen Anzahl *antiquus*-artiger Zähne, die Charakteristika dieser Art mehr oder weniger markiert zur Schau tragen, gibt es zahlreiche Zähne, die zwischen beiden Typen die Mitte halten. Diesen Tatbestand habe ich in meinen Ausführungen über „*El. meridionalis* Nesti und seine Beziehungen zu *El. antiquus* Falc." seinerzeit unzweideutig dargestellt und auch in dem Entwicklungsschema auf p. 93, wie ich glaube, klar zum Ausdruck gebracht.

Diese enge Verknüpfung der beiden Formen auf dem *Meridionalis*-Stadium, die also keineswegs mit der gleichen Entwicklungshöhe beider restlos erklärt werden kann, spricht gegen eine schon bei *El. planifrons* eingetretene Divergenz in 2 Zweige. Für eine solche Annahme — wir sprechen hier nur von den Molaren — fehlt vor allem im *Planifrons*-Material irgend ein Anhaltspunkt. Es fehlt dieser Art die größere Variationsbreite, wie sie beginnenden Artspaltungen vorauszugehen pflegt, es fehlt überhaupt jeder antiquoide Einschlag. Und wenn Schlesinger versuchte, eine solche größere Variabilität gerade für *El. planifrons* gegenüber *El. meridionalis* zu begründen, so ist er hierbei einem Irrtum zum Opfer gefallen, wie er Autoren, die sich fast ausschließlich auf Literatur stützen, sehr leicht verhängnisvoll werden kann. Ich habe an anderer Stelle schon darauf hingewiesen, daß von *El. planifrons* fast das ganze geringe Material, Zähne verschiedensten Abkauungsgrades, verschiedenster Erhaltung abgebildet wurden, daß von *El. meridionalis* dagegen, besonders von der Form des Val d'Arno, nur die Auslese eines sehr reichen Materials in den Arbeiten zur Darstellung kam. Für den auf diesem Gebiete Ungeübten ergibt sich bei einem Vergleich des an sich ungleichwertigen Darstellungsmaterials leicht der Trugschluß, daß *El. planifrons* eine variabele, *El. meridionalis* eine in sich gefestigte, engere Art wäre. Wie wir gesehen haben, ist das Umgekehrte der Fall: Die oberpliocäne Art zeigt eine Variationsbreite, die eine Artabspaltung vorbereitet resp. vorbereitet hat.

B.

Im gleichen Sinne sprechen die zwischen *El. trogontherii* und *El. antiquus* intermediären Formen des Altdiluviums. Schlesinger meint zwar: „Das Vorhandensein intermediärer Molaren ist zu mindest ebenso begreiflich bei der Ahnenschaft des *El. planifrons* wie des *El. meridionalis*“, doch wird das Vorhandensein solcher Formen im älteren Diluvium bei einer vor dem Oberpliocän eingetretenen Artabspaltung immerhin merkwürdiger erscheinen als bei einer erst im Laufe des Oberpliocän eingeleiteten. Das Persistieren von Zwischentypen vom oberen Mittelpliocän bis ins ältere Diluvium erscheint doch überaus lang und es wäre zum mindesten ein naheliegender Schluß auf Grund dieser intermediären Formen des älteren Diluviums, die beiden durch Übergänge miteinander verknüpften Formen des Oberpliocän nur als Varietäten und nicht als Arten gelten zu lassen. Und hiermit berühren wir wieder den Kernpunkt der Meinungsverschiedenheit zwischen Schlesinger und mir, den wir auch bei der Schädelfrage noch eingehend zu behandeln haben werden: Ist die *antiquus*-artige Form des Oberpliocän als eine Art für sich oder nur als Varietät des *Meridionalis*-Kreises aufzufassen?

C.

Der dritte, wichtigste und nach SCHLESINGER's Meinung entscheidende Einwand gegen meine Auffassung gründet sich auf die Eigentümlichkeiten des Schädelbaues der einzelnen Arten. Hier ist SCHLESINGER besonders unzufrieden mit mir, und wenn man allein seine im folgenden zitierten Ausführungen kennt, scheinbar mit vollem Recht. Er schreibt p. 739 (II.):

„Wir wenden uns nunmehr den Cranien zu. SOERGEL hat diese Frage (l. c. p. 85) mit wenigen Worten, die gerade das Unwesentliche treffen, als abgetan betrachtet.

Er hat dabei vollkommen übersehen, daß es sich bei dieser Frage in erster Linie nicht um den Vergleich von *El. trogontherii* und *El. antiquus* handelt, sondern um den Vergleich der letztgenannten Form mit *El. meridionalis*.

Und zu einem solchen scheint mir doch genügend Schädelmaterial sogar publiziert zu sein.

Ein Blick auf die Tafel I, II und VI von A. WEITHOFER's Arbeit (l. c.) läßt erkennen, daß *El. meridionalis* NESTI einen sehr erhabenen, aufgetürmten Schädelgipfel besaß, ein Merkmal, das ihn mit als Vorfahren des Mammuts kennzeichnet. Diese Erhöhung nimmt bei mehr spezialisierten Formen (WEITHOFER's *El. lyrodon*) zu.

Die von SOERGEL angenommenen gemeinsamen Ahnen des Trogontherien- und Urelephanten müßten der noch bedeutenderen Molarenspezialisation zufolge diesen Charakter eher stärker betont an sich getragen haben.

Demgegenüber erweisen schon die altdiluvialen Schädel der sizilischen Zwergform von *El. antiquus*, wie POHLIG gezeigt hat, den ausgesprochen depressen, breiten und niedrigen Cranialdom auf, der besonders schön und scharf bei *El. antiquus namadicus* herausgebildet erscheint.

Ich kann mir schwer vorstellen, wie eine so ausdrückliche Spezialisationserscheinung, wie es der erhöhte Schädelgipfel ist, zu einem Zustand führen soll, der den gerade entgegengesetzten Spezialisationsgrad darstellt."

Diese Ausführungen SCHLESINGER's, auf die ich im einzelnen sogleich zu sprechen kommen werde, basieren auf der irrtümlichen Voraussetzung, daß ich den *El. meridionalis* typus, die Art in ihrer bis vor kurzem gebräuchlichen engen Fassung als Vorfahren des *El. antiquus* und *El. trogontherii* angenommen hätte. Ich muß demgegenüber ausdrücklich betonen:

1. daß ich auf p. 87, 88 für *El. meridionalis* eine größere als die bisher angenommene Variationsbreite nachgewiesen resp. konstatiert habe;

2. daß ich unter dem Namen *El. meridionalis* in allen nach p. 87 folgenden Darlegungen stets die Art in ihrer ganzen Variationsbreite, nicht den einen, bisher allein als *El. meridionalis* bezeichneten Pol darunter verstanden habe. Diese Auffassung geht klar aus meinen Ausführungen sowie aus dem Entwicklungsschema auf p. 93 hervor.

3. Daß ich trotz dieser weiteren Fassung des *El. meridionalis* den Ausdruck: „*El. antiquus* stammt von *El. meridionalis* ab" in dieser Schärfe bewußt vermieden und stets von „*El. meridionalis* in seinen verschiedenen Varietäten" oder von der „Variationsbreite des *El. meridionalis*" gesprochen habe. In dem kleinen Stammbaum ließ es sich der Einfachheit halber allerdings nicht vermeiden, *El. antiquus* einfach von *El. meridionalis* herzuleiten: wie ich mir diese Ableitung vorstelle, geht aber aus den vorhergehenden Ausführungen völlig klar hervor.

4. Daß ich, wie aus meinen Darlegungen auf p. 85 und 89 erhellt, sowohl für die *antiquus*-artige Form des *El. meridionalis* als auch für die zwischen *El. trogontherii* und *El. antiquus* intermediären Formen eine Schädelform für wahrscheinlich hielt, die Charaktere jeweilig beider Typen in sich vereinigte, also einen intermediären Charakter besaß;

5. daß nach alledem also niemals die Rede davon sein kann, daß ich an die Entwicklung des *Antiquus*-Schädels aus dem hohen *Meridionalis* typus-Schädel gedacht oder gar einen solchen Gedanken ausgesprochen habe, wie es nach Schlesinger's Ausführungen scheinen muß. Ich nahm für die *antiquus*-artige Varietät des *El. meridionalis* einen Schädel an, der *Meridionalis*-Charaktere mit *Antiquus*-Charakteren verband.

Aus alledem geht mit völliger Klarheit hervor, daß der Einwand gegen die von mir begründete Phylogenie, wie ihn Schlesinger vorbringt, auf einem Mißverständnis beruht, das sich bei eingehenderem Studium meiner Arbeit durch Herrn Schlesinger wohl hätte vermeiden lassen. Unverständlich ist mir übrigens in Schlesinger's zitierten Ausführungen die Folgerung, daß die von mir „angenommenen gemeinsamen Ahnen der Trogontherien und Urelephanten" den Schädelcharakter des *El. meridionalis* typus noch stärker betont an sich getragen haben müßten als letzterer „der noch bedeutenderen Molarenspezialisation zufolge". Da ich erstens als gemeinsamen Ahnen beider Elephanten nicht *El. meridionalis* typus, ferner auch keine Form mit „bedeutenderer Molarenspezialisation" als letzterer annahm, so kann ich in dem Schlesinger'schen Schluß nur die Kombination eigenartiger Vorstellungen erblicken, die außerhalb des Bereiches einer ernsthaften Diskussion fallen.

Entbehrt der Einwand Schlesinger's also auch des Nötigsten, nämlich einer genauen Kenntnis dessen, gegen das der Einwand erhoben wird, so soll doch für die Schädelfrage im allgemeinen

gern anerkannt werden, daß SCHLESINGER das Problem durch Betonung der zwei vorhandenen Spezialisationsrichtungen viel schärfer und klarer umgrenzt hat, als ich es in meinen kurzen Darlegungen über diese Frage versucht habe. Ich habe in meiner Arbeit — laut Vorwort — von vornherein auf eine ausführliche Darstellung des Schädelmaterials, auf eine eingehende Erörterung der sich anschließenden Fragen verzichtet, weil von Schädeln derjenigen Arten, denen die Monographie gewidmet war, nur sehr wenig Material vorhanden war, und übrigens heute noch ist. Ich habe selbstverständlich nach dem Material und der Literatur auch hier die Haltbarkeit der von mir begründeten Phylogenie nachgeprüft und bin dabei zu dem Resultat gekommen, daß die tatsächlichen Befunde des Schädelmaterials nicht gegen meine Auffassung sprechen. Zur richtigen Einschätzung der vorhandenen Unterschiede habe ich auf die Umbildung hingewiesen, die ein Schädel in seiner Ontogenie durchmacht, und aus diesen Erwägungen heraus schien mir das Vorhandensein zweier Schädeltypen in einer Variationsbreite — derjenigen des „*El meridionalis*“ — durchaus verständlich. Dagegen schien mir für das Vorhandensein der Frontalkapuze bei *El. antiquus* eine Erklärung notwendig. Ob diese Ausführungen, die ja die Schädelfrage keineswegs erschöpfen sollten, gerade das Unwesentliche treffen, wie SCHLESINGER meint, wird das Folgende lehren. Ich ergreife jedenfalls jetzt, wo SCHLESINGER die Schädelfrage nochmals angeregt und zum Prüfstein der von mir begründeten Phylogenie gemacht hat, gern die Gelegenheit, mich ausführlicher darüber zu äußern und die Erwägungen vorzutragen, die meine frühere — und auch noch heutige — Stellungnahme in diesen Fragen veranlaßten. Es wird sich besonders darum handeln, nachzuprüfen, ob auf Grund der Schädelcharaktere die von mir begründete Stammesentwicklung zugunsten der von SCHLESINGER vorgeschlagenen abzuändern ist, d. h. ob *El. antiquus* aus der Variationsbreite des *El. meridionalis* oder direkt von *El. planifrons* herzuleiten ist. Aus didaktischen Gründen gliedere ich unser Thema in einzelne Abschnitte und behandle der Reihe nach folgende Fragen:

1. Welche Momente wirken im Laufe der Stammesgeschichte in erster Linie umbildend auf die Schädelform der Elephanten ein?
2. Was ergibt sich daraus für die Bewertung des Schädels in phylogenetischen Erörterungen gegenüber den Merkmalen anderer Skeletteile, besonders der Dentition?
3. Sind Tatsachen vorhanden, die darauf hinweisen, daß die oberpliocäne *antiquus*-artige Form dem *El. meridionalis* in einigen Merkmalen des Schädelbaues beträchtlich näher stand als der pleistocäne *El. antiquus*?
4. Wie verhält sich der Schädel dieser *antiquus*-artigen Form des Oberpliocän zu den Schädeln von *El. planifrons*?

5. Sprechen die Tatsachen gegen die Auffassung, daß die *antiquus*-artige Form des Oberpliocän als der eine Pol einer Variationsbreite, deren anderer Pol *El. meridionalis* typus war, also als Varietät, nicht als Art aufgefaßt werden darf?
6. Was ergibt sich aus dem diskutierten Tatsachenmaterial für die Gültigkeit der Deszendenzlinie *El. planifrons — El. antiquus*?
7. Wo laufen die *Antiquus*-Reihe und die *Trogontherii*-Reihe in einer Art zusammen? (Fortsetzung folgt.)

Berichtigung zu meiner Arbeit: Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Tripolis.

Von **Lothar Krumbeck**, Erlangen.

Es handelt sich darum, ein grobes Versehen wieder gutzumachen, das mir bei Beschreibung der von Gerhard Rohlfs im östlichen Tripolis gesammelten Maästrichtienfossilien passierte. Ich stellte dort (Palaeontographica 1906. 53. p. 101—102, Taf. 8. Fig. 3a—b) für eine neue *Exogyra* aus der Verwandtschaft der *Exogyra cornu-arietis* Coqu. den Namen *E. Rohlfsi* auf. Unter dieser Bezeichnung ist sie auch in der Beschreibung aufgeführt. Ein ärgerliches Mißverständnis wurde nun dadurch verschuldet, daß ich diese neue Art während der Korrektur in *E. Peroni* umtaufte und den ersten Namen zwar in der Überschrift und im stratigraphischen Teil p. p. entsprechend abänderte, jedoch vergaß, es auch in der Beschreibung zu tun, wo der Name *E. Rohlfsi* jetzt eine irreführende Rolle spielt. Ich wurde darauf von Herrn Fourtau, der das Versehen nach seiner schriftlichen Mitteilung mit Recht als lapsus calami auffaßte, noch im Jahre 1906 in sehr freundlicher Weise aufmerksam gemacht. Herr F. teilte mir auch mit, daß es schon eine *Ostrea Peroni* Coqu. gäbe.

Leider versäumte ich damals, die hierdurch notwendig gewordene Änderung des Artnamens bekannt zu geben, möchte es aber nun, veranlaßt durch eine Bemerkung v. Stromer's (Abh. Akad. d. Wiss. München 1914, Math.-naturwiss. Kl. 26. No. 11. p. 38), nachzuholen suchen. Demgemäß halte ich es für geboten, auf den älteren Namen *Exogyra Rohlfsi*, der bereits in der Artbeschreibung figuriert, zurückzugreifen, da eine Verwechslung mit der von Th. Fuchs aufgestellten miocänen *Ostrea digitalina* var. *Rohlfsi* nicht zu befürchten ist.

An die Herren Vorstände der Institute aber, die die Palaeontographica halten, und an die Herren, welchen ich die betreffende Arbeit seinerzeit zusandte, sei die dringende Bitte gerichtet, die Bezeichnung *Exogyra Peroni* auf l. c. p. 101, 123. 127. 128, 130 und auf der Erklärung zu Taf. 8 Fig. 3 durch *Exogyra Rohlfsi* gütigst zu ersetzen.

Besprechungen.

Gustav Tammann: Lehrbuch der Metallographie, Chemie und Physik der Metalle und ihrer Legierungen. 390 p. Mit 205 Figuren. Leipzig und Hamburg bei Leopold Voß. 1914.

„Der Kreis des vorliegenden Lehrbuches kann als die Theorie der Metallkunde bezeichnet werden." „Es unterscheidet sich in mehrfacher Beziehung von dem bisherigen Typus der Lehrbücher der Metallographie." „Es kam dem Verf. darauf an, den Anfänger, aber auch den Vorgeschritteneren, mit dem Wesen der Metalle und ihrer Legierungen, ihrer Entstehung und ihren Eigenschaften bekannt zu machen." „Der Verf. hat die Metallographie im wesentlichen auf Grund eigener Erfahrungen dargestellt." „Die den Forscher leitenden Ideen hervorzuheben war der Verf. besonders bestrebt."

Von dem reichen Inhalt dieses soeben mit den Worten des Verf.'s charakterisierten Buches kann das Nachfolgende kaum mehr als eine Andeutung geben, wenn auch die besondere Bedeutung des Werkes es rechtfertigt, den Rahmen eines kurzen Referates zu überschreiten.

Als den „Hauptzweck" des Buches bezeichnet der Verf. die Beschreibung der Entstehung von festen Legierungen aus den Schmelzen zweier Metalle. Es gibt hier das vorliegende Buch eine Übersicht über das reiche vorhandene Material. In tabellarischer Form in 2 Haupt- und 4 Nebentabellen sind die bekannten Daten über die Mischbarkeit im anisotrop festen und flüssigen Zustande, über die Verbindungsfähigkeit und die Mischungslücken im flüssigen und im kristallinischen Zustande zusammengestellt und im Anschluß daran (p. 215—243) der Charakter der binären Metallverbindungen, die Verbindungsfähigkeit und die Mischbarkeit mit Bezug auf die chemische Analogie in der Stellung im periodischen System und die Abhängigkeit von der Temperatur der Kristallisation besprochen. Ein weiterer Abschnitt (p. 243—306) enthält eine spezielle Betrachtung der Zustandsdiagramme der 21 binären Systeme Fe—C, Fe—Si, Fe—Ni, Fe—Mn, Fe—Cu, Fe—Zn, Fe—Co, Fe—FeS, Fe—Sn, Cu—Zn, Cu—Al, Cu—Ni, Cu—Ag, Cu—Au, Au—Ag, Pb—Sn, Mg—Al, Ni—Cr, Co—Cr, Sb—Cd, Sn—Sb.

Zur Einführung in diese speziellen Kapitel werden vorher die Grundlagen der Lehre von den heterogenen Zweistoffsystemen in elementarer und anschaulichster Weise an den typischen 8 Fällen in Zustandsdiagrammen (p. 138—156) und an den Flächen des Wärmeinhalts — mit photographischen Abbildungen der Modelle — (p. 156—168) entwickelt und in einem weiteren Abschnitt (p. 168

bis 184) die praktische Anleitung zur Ausführung der thermischen Analyse gegeben. Ein folgender (p. 184—215) enthält die zusammenfassende Besprechung der Reaktionen im festen Zustande, die Entmischung im anisotropen Zustande in Analogie mit der Entmischung flüssiger Lösungen, die polymorphe Umwandlung, Bildung und Zerfall von Verbindungen, das Verhalten der zusammengepreßten Metallpulver beim Erhitzen und Schmelzen (entsprechend immer dem tiefsten nonvarianten Gleichgewicht im Zustandsdiagramm), die reversibeln Reaktionen in kristallisierten binären Lösungen (ein Verzeichnis von 40 + 22 Fällen). Es sind in diesen allgemeinen Kapiteln besonders auch der Verlauf der Kristallisation, die Form der ausgeschiedenen Kristalle, die Strukturen, die Schichtkristalle, die Diffusion der Moleküle aus der Schmelze durch feste Kristallschichten, die innere Vereinheitlichung durch Homogenwerden von Mischkristallen mit Zonarstruktur durch Diffusion im festen Zustande dargestellt.

Die hier vorangestellten Abschnitte machen aber erst den zweiten Teil des Buches aus. Der erste Teil gibt zunächst eine eingehende und gründliche Einführung in den Vorgang der Kristallisation (p. 1—23) und in die Änderung der Eigenschaften bei Zustandsänderungen (p. 23—54). Der erstgenannte Abschnitt betrachtet demgemäß die Kristallisationsverhältnisse einer sich abkühlenden Schmelze einer Komponente, die Entstehung der anisotropen Moleküle unter Energieabgabe, die sich durch die vektorielle Eigenschaft der Influenzwirkung auf die isotropen Moleküle zu Kristalliten vergrößern, die Kristallkerne und ihre maximale Zahl in der Zeiteinheit, die Kernzahl K.-Z. (das spontane Kristallisationsvermögen), die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit K.-G., die lineare Umwandlungsgeschwindigkeit U.-G., die Unterkühlungsfähigkeit und die Möglichkeit der Glasbildung (mit Erweichungsintervall), die Größe und Zahl der Kristallite und die Form der in der Schmelze wachsenden Kristalle. Die im zweiten Abschnitt besprochenen Eigenschaften zerfallen in zwei Klassen, solche, die sich im Schmelz- und Umwandlungspunkte diskontinuierlich ändern, der Wärmeinhalt, das spezifische Volumen, das metallische und das elektrolytische Leitvermögen, die magnetische Suszeptibilität, die Löslichkeit von Gasen in Metallen, und solche, die sich nicht diskontinuierlich ändern, der Dampfdruck, der osmotische Druck, die Löslichkeit, ganz allgemein das thermodynamische Potential, die elektromotorische Kraft der Umwandlungs- und Thermoelemente.

Alle diese Eigenschaften sind zunächst allgemein besprochen, um dann im nächstfolgenden Abschnitt noch auf die Metalle eine ganz besondere Anwendung zu finden. Gerade diese Kapitel sind es, die vielleicht das hervorragendste Interesse auf sich ziehen. Die Frage nach den Ursachen der merkwürdigen Eigenschaftsänderungen bei der Bearbeitung der Metalle ist lange ein Rätsel

gewesen und durch die Versuche der Annahme einer polymorphen Umwandlung, einer Änderung der inneren molekularen Zusammensetzung oder einer partiellen Schmelzung nicht in befriedigender Weise erklärt worden. Eine Erklärung dieser Fundamentalfrage gefunden zu haben, ist das besondere Verdienst des Verf.'s, der auch bis dahin dieses Buch hinausgeschoben hat. „Erst nachdem es gelungen war, dieses Rätsel zu lösen, wurde die Abfassung einer Übersicht des Erreichten unternommen." Im dritten Abschnitt (p. 54—136) des Buches wird nun an einem überaus reichen Material gezeigt, daß die Eigenschaftsänderungen der kaltbearbeiteten Metalle durch Gleitflächenbildung bei der Deformation und durch Umkristallisation im festen Zustande (Kornvergrößerung) beim Erhitzen hervorgerufen werden. Die Bildung der Gleitflächen ist durch die mikroskopische Betrachtung (die ebenso wie die Umkristallisation durch ausgezeichnete photographische Abbildungen veranschaulicht wird) erwiesen. Es wird dadurch (z. T. auch durch Schließung der bei der Kristallisation unter Volumenverminderung entstandenen Lücken) eine innere Verfestigung und Vereinheitlichung (Homogenisierung des Kraftfeldes) bei der Deformation erreicht. Die ersten Gleitflächen treten in Kristalliten auf, die gerade so liegen, daß ihre Gleitflächen 45° mit der Druckrichtung machen (untere Elastizitätsgrenze), bei Steigerung der deformierenden Kraft treten sie auch in den anderen Kristalliten mehr und mehr auf, bis die charakteristische maximale Zahl der Gleitebenen erreicht ist und das Weitergleiten als allgemeines Fließen beginnt (obere Elastizitätsgrenze). Es kann infolgedessen die untere Elastizitätsgrenze eines Metallstückes durch Kaltbearbeitung immer weiter bis an die obere herangebracht werden. (Für die Praxis gibt es ein Optimum wegen der zuletzt eintretenden Sprödigkeit.) Beim Erhitzen tritt dann unter der Wirkung der Oberflächenspannung[1] eine Umkristallisation und Kornvergrößerung ein. Die Gleitflächen wirken hier analog den freien Oberflächen. Es wird nun an der ganzen Fülle des Materials über die Änderungen der Eigenschaften bei Kaltbearbeitung, Erhitzung und Abkühlung der Metalle gezeigt, daß sich alle durch Gleitflächenbildung und Umkristallisation einheitlich erklären lassen. Der Inhalt im einzelnen kann wieder nur durch Stichworte angedeutet werden: Die Ausflußgeschwindigkeit der Metalle, die Änderung der elastischen Eigenschaften, die Abhängigkeit der technischen Festigkeitseigenschaften von der Temperatur (die „Härte" der Strukturelemente im kristallographischen Sinne ändert sich bei der Deformation nicht

[1] Die Wirkung der Oberflächenspannung auf die Kristallisation wird auch in den ersten Abschnitten besprochen und wohl mit Recht auf die Fälle beschränkt, in denen ihre Kräfte die Festigkeit übertreffen. Anzeichen: krumme Oberfläche der Kristalliten. (Als Beispiel ist auch Diamant erwähnt. ? Ref. Man denke z. B. auch an Schriftgranit.)

merklich), die Volumenänderung bearbeiteter Metalle, die Änderung des Energieinhaltes bei der Verfestigung, die Änderung des elektrischen Leitvermögens beim Drahtziehen (die Gleitfläche ist die Richtung der kleinsten Leitfähigkeit), der Unterschied im Verhalten der elektrolytisch abgeschiedenen Metalle (infolge der primären Orientierung der Kristallite), die Änderung der elektromotorischen Wirksamkeit, der Einfluß der Gleitflächen auf die Lösungsgeschwindigkeit (Neumann'sche Linien und ihr Verschwinden nach dem Erhitzen), der Einfluß der Orientierung auf die thermoelektrische Kraft, der Einfluß der Bearbeitung auf die ferromagnetischen Eigenschaften des Eisens (mit Bemerkungen zur Molekulartheorie ferromagnetischer Metalle).

Am Ende des zweiten Teiles folgt noch ein spezieller Abschnitt (p. 306—352) über die Eigenschaften binärer Lösungen, das spezifische Volumen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung, die Volumen- und Längenänderungen von Konglomeraten bei Änderungen der Temperatur und des Druckes, die mittlere spezifische Wärme der Metallverbindungen im Vergleich zu der ihrer Komponenten, die magnetischen Eigenschaften binärer Legierungen, die Härte, die Spannung an einer Elektrode aus einer binären Legierung, das elektrische Leitvermögen, die thermoelektrischen Kräfte der Legierungen.

Den Schluß des Buches (p. 354—382) bildet eine Besprechung der Dreistoffsysteme (die Darstellung der Zusammensetzung im Dr., die Kristallisation im Dr., Übersicht über die Erfahrungen betreffend die Kristallisation ternärer und quaternärer Schmelzen) und der Phasenregel. Es sei darüber wieder mit den Worten des Verf.'s berichtet: „Die Elemente des Kristallisationsverlaufes in Dreistoffsystemen durften nicht vernachlässigt werden, um das, was auf diesem Gebiete gefördert ist, übersehen zu können." „Den Schluß bildet ein Kapitel über die Phasenregel, welches nach reiflicher Überlegung nur hierher gesetzt werden konnte, nachdem der Leser bei Behandlung der Dreistoffsysteme das Bedürfnis nach einer Regelung der mit wachsender Komponentenzahl eintretenden Komplikationen empfunden hat."

Es geht schon aus dem Inhalt hervor, daß die Bedeutung des vorliegenden Buches über den Kreis der Metallographie weit hinausgeht. Auch für allgemeine kristallographische und petrographische Probleme wird es ganz ebenso wie das frühere Buch des Verf.'s über Kristallisieren und Schmelzen (dies. Centralbl. 1904. p. 51) die vielseitigste Anregung geben und eine unerschöpfliche Fundgrube sein. **Arthur Schwantke.**

Personalia.

Gestorben: Am 6. März Prof. Dr. **Eberhard Fraas**, Konservator an der K. Naturalien-Sammlung, in Stuttgart.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Friedrich Felix Hahn †.

Friedrich Felix Hahn, Dr. phil., Assistent an der K. Naturalien-Sammlung in Stuttgart, ist als Reserveleutnant des 3. bayrischen Feldartillerie Regiments und Ritter des Eisernen Kreuzes, nachdem er an drei Schlachten und mehreren Gefechten ruhmvollen Anteil genommen, am 8. September 1914 bei Trouville-Serres im Kampfe für das Vaterland gefallen.

Er war geboren am 29. Mai 1885 in München als Sohn des Kunstmalers Joseph Hahn und dessen Frau Hulda, die ihn nun vereinsamt betrauert. Er absolvierte das humanistische Max-Gymnasium in München und diente hier beim 3. bayrischen Feldartillerie-Regiment. Dann begann er ebenda sich der Geologie zu widmen, wandte sich später für je ein Semester nach Marburg und Berlin und promovierte 1909 nach seiner Rückkehr nach München und zweisommeriger Feldarbeit in den Alpen mit der Abhandlung „Stratigraphische und paläontologische Untersuchungen in der Kammerker-Sonntagshorngruppe“. Etwas später erschien der zweite, tektonische Teil dieser Arbeit

Die beiliegende Karte enthält eine Ausscheidung der liassischen und triadischen Faziesgebilde in bis dahin unerreichter Genauigkeit — die Trias war zudem, weil eigenartig, ganz neu zu gliedern gewesen. Dadurch glückte es Hahn vor allem, den Übergang von der oberbayrischen zu der Berchtesgadener Triasfazies zu verfolgen und zu beschreiben. Dasselbe vermochte er an der Hallstätter Fazies und der Trias östlich der Saalach auszuführen. Tektonisch betrachtet bilden die letzteren Gesteine eine riesige Schubmasse, die an dem großen Saalach-Westbruch über der oberbayrischen Masse eingebrochen ist. Im Sommer 1910 beendete er bereits seine zweite Kartierung, die des bedeutsamen Ober-Saalachgebietes, wodurch sich die früheren Ergebnisse befestigen und erweitern ließen. In dieser Zeit entstand auch die systematische und beschreibende Studie über Liasbrachiopoden aus Nordtirol. Im Sommer 1911 folgte er einem Ruf als Kurator an die Columbia-Universität in New York und nahm als erster diese Stellung ein, die von Professor Grabau für junge Deutsche begründet war. Dort fand er in reichem Maß, was er suchte: Anregung in der Stratigraphie, besonders in der Lehre von den Transgressionen. Er blieb jedoch nicht nur der empfangende Teil: er sprach in Washington vor der Geologischen Gesellschaft von

Amerika über eigene Graptolithenstudien, die sich in von Hyatt und Grabau gewiesenen Bahnen bewegten, und vor der Gesellschaft amerikanischer Mineningenieure in New York über das ihm gleichfalls vertraute Problem der norddeutschen Kalilager; auch hielt er kleine Vorträge an die Studenten der Universität. Eine Besprechung von Ulrich's Revision des Paläozoicums setzte sich zugunsten der Faziestheorie mit der Kata-(Dia-)strophentheorie der Transgressionen auseinander, wurde aber auch der neuen, genialen Richtung durchaus gerecht. Zugleich verglich Hahn die authigene Breccien- und Geröllbildung und die Gleiterscheinungen im amerikanischen Paläozoicum mit verwandten Gebilden aus Deutschland. Eine große Reise nach dem Westen beschloß das reiche Jahr.

Nach seiner Heimkehr besuchte er aufs neue die Alpen, teils um seine früheren Ideen in neuen Gebieten — dem Steinernen Meer und Dachstein — weiter auszubauen, teils um Stoff zu sammeln zur Ausführung einer Lieblingsidee: einer umfassenden Beschreibung der arg vernachlässigten bayrischen Flyschzone. Anfang 1913 wurde er Beamter der Stuttgarter Staatssammlung und widmete sich mit Erfolg besonders der Neuaufstellung von Wirbellosen. Seine Abende waren ausgefüllt mit der Ausarbeitung der jüngsten Feldbeobachtungen sowie mit kritischer Tätigkeit: er besorgte seit 1912 die Besprechung der Arbeiten über die Kalkalpen für das Neue Jahrbuch und nebenher die Sammelbesprechung sämtlicher deutsch-alpinen Arbeiten für die Geologische Rundschau. Als Krönung seines Arbeitsgebändes muß sein letztes Werk, die Beschreibung der Kalkalpen zwischen Inn und Enns, gelten (über die Ergebnisse siehe Bespr. p. 217—223).

Sechs Jahre nur hat Hahn seiner Wissenschaft schöpferisch gedient. Er hat in dieser Zeit unglaublich viel geleistet. Sein Arbeitsdrang, sein Ehrgeiz und seine Willenskraft haben kein Hindernis gekannt; hat er doch manchmal selbst seine Nervenkraft zu stark beansprucht. Seine Beherrschung der Literatur war vollkommen, seine Darstellung in Schrift, Rede, Zeichnung vorzüglich. Dabei war er keineswegs einseitig; er war nicht nur ein Geolog, er war Bergsteiger, Skifahrer, Naturfreund. Er zeichnete nicht nur Karten und Profile, sondern auch Landschaftsbilder; er war kunstverständig und ein gewandter Klavierspieler. Er war besonders auch ein strammer Offizier. Nie hat er äußere Vorteile von seiner Wissenschaft erhofft und angestrebt. Sein beträchtliches väterliches Vermögen geht nach seinem Wunsch auf die Münchner Universität, seine für einen jungen Geologen ungewöhnlich große Bücherei und Kartensammlung auf das Münchner geologische Institut und die Stuttgarter Staatssammlung über.

So hat er sein Leben dem Vaterland, all seine Arbeit und seinen Besitz der Wissenschaft geopfert. Darum ist sein Leben ein reiches zu nennen. Ehre seinem Andenken!

Verzeichnis der Schriften HAHN's (Bespr. p. 215—223).

Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe I, II. Jahrb. k. k. Reichsanst. **60**. 1910. Mit geol. Karte.

Neue Funde im nordalpinen Lias der Achenseegegend und bei Ehrwald. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXII. 1911.

Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen. 1. Algäuer Alpen und angrenzende Gebiete. Geol. Rundschau. **2**. 1911; 3. Die Kalkalpen Südbayerns. Geol. Rundschau **5**. 1914.

Zur Geologie der Berge des oberen Saalachtals. Verh. k. k. Reichsanst. 1911.

Versuch zu einer Gliederung der austroalpinen Masse westlich der österreichischen Traun. Verh. k. k. Reichsanst. 1912.

On the *Dictyonema* Fauna of Navy Island, New Brunswick. Ann. New York Ac. Sc. 1912.

The Form of Salt Deposits. Econ. Geol. VII. 1912.

Untermeerische Gleitung bei Trenton Falls (Nordamerika) und ihr Verhältnis zu ähnlichen Störungsbildern. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVI. 1912.

E. O. ULRICH's Revision der paläozoischen Systeme, ein Markstein der Stratigraphie als Wissenschaft? Geol. Rundschau. **3**. 1912.

Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal. Jahrb. k. k. Reichsanst. 1913.

Einige Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges. **64**. 1912.

Weitere Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **66**. 1914.

„Geologischer Überblick" in ZELLER: „Das Hochkaltergebirge". Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenver. 1914. p. 181—184. 2 Abb.

Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. Mitt. d. geol. Ges. Wien 1913.

C. Lebling.

Ist die Existenz kristallisierter Hydrosilikate mit gelöstem oder absorbiertem Wasser erwiesen?

Von **A. Beutell** und **K. Blaschke** in Breslau.

Wir hatten in einer kürzlich erschienenen Arbeit (dies. Centralblatt 1915. p. 142) durch Wässerungsversuche an entwässertem Desmin nachgewiesen, daß das Wasser im Desmin chemisch gebunden ist. Während die Entwässerung kontinuierlich verläuft, führte die Wässerung des Desmins auf 14 verschiedene Hydrate, welche allerdings nur in ziemlich eng begrenzten Temperaturintervallen beständig waren; die vier unbeständigsten entsprachen der vorübergehenden Einachsigkeit des Desmins.

Die kontinuierlich verlaufenden Entwässerungskurven, welche bisher als sicherer Beweis für absorbiertes oder gelöstes Wasser

hingestellt wurden, erklärten wir dadurch, daß im Innern eines Wasserteilchens das Absieden des Wassers durch die Kohäsion so stark verzögert wird, daß an der Oberfläche bereits höhere Hydrate Wasser abgeben, wenn innen erst die Zersetzung des niedrigsten beginnt.

Naturgemäß drängt sich, nachdem festgestellt ist, daß der Desmin nicht an die Seite der Hydrogele gestellt werden kann, die Frage auf, ob es überhaupt kristallisierte Mineralien gibt, deren Wasser als gelöst oder absorbiert zu betrachten ist. Bei der Entscheidung dieser Frage müssen wir uns darüber klar werden, ob die von den verschiedenen Forschern angeführten Gründe nach unseren Erfahrungen am Desmin noch als stichhaltig anzusehen sind.

Wir hatten in unserer ersten Arbeit (a. a. O.) absichtlich von einer kritischen Besprechung der einschlägigen Literatur Abstand genommen, weil eine richtige Würdigung ohne die Benutzung der am Desmin erzielten Resultate nicht möglich war. Nur die Arbeiten von Rinne (N. Jahrb. f. Min. etc. 1899. I. p. 1—31) und Friedel (Soc. Minéral. 1896. 19. p. 14, 94 und 363), die den Ausgangspunkt für unsere Untersuchungen bildeten, waren schon damals erwähnt worden, soweit sie mit dem Desmin zusammenhingen.

Sehr eingehende Untersuchungen, die Rinne am Heulandit anstellte (a. a. O.), ließen erkennen, daß die Entwässerung genau wie beim Desmin ohne ruckweise verlaufende Siedeerscheinungen vor sich ging. Ein bei 140—150° während 289 Stunden durchgeführter Versuch führte auf keine einfachen molekularen Zahlenverhältnisse; dasselbe negative Ergebnis hatten Trockenversuche bei 400°, 475° und 555°. Der kontinuierliche Verlauf der Entwässerung und die Tatsache, daß die bei verschiedenen Temperaturen herbeigeführten Gleichgewichte keinen einfachen molekularen Verhältnissen entsprechen, sind kein Beweis gegen die chemische Bindung des Wassers, weil die Entwässerung hier genau so wie beim Desmin unter dem Einfluß der Kohäsion vonstatten geht. Auf das Vorhandensein von gelöstem oder absorbiertem Wasser im Heulandit darf aus den Rinne'schen Versuchen nicht geschlossen werden.

Die Versuche Friedel's (a. a. O.) sind am Analcim, Harmotom, Heulandit und Chabasit angestellt worden. Seine durchweg kontinuierlich verlaufenden Entwässerungskurven veranschaulichen z. T. die Beziehungen zwischen dem prozentischen Wasserverlust und der Temperatur oder, soweit sie bei konstanter Temperatur erzielt wurden, den Zusammenhang zwischen Wasserverlust und verbrauchter Zeit. Zwischen den Friedel'schen, den Rinne'schen und unseren eigenen Entwässerungskurven besteht kein wesentlicher Unterschied, und daher sind die weitgehenden Schlüsse hinfällig, die Friedel aus seinen Ergebnissen gezogen hat. Auch

hier ist der kontinuierliche Verlauf der Entwässerungskurven höchstwahrscheinlich eine durch die Kohäsion hervorgerufene Täuschung, die dadurch zustande kommt, daß sich gleichzeitig mehrere Hydrate zersetzen. Erst wenn der umgekehrte Vorgang, nämlich die Sättigung mit Wasserdampf, auf kontinuierliche Kurven führen sollte, wäre eine Grundlage für die FRIEDEL'sche Schwammtheorie geliefert.

Einen etwas anderen Weg hat TAMMANN in seiner Arbeit über die Dampfspannung von kristallisierten Hydraten (N. Jahrb. f. Min. etc. 1898. Beil.-Bd. XXVII. p. 323—336) beschritten. Seine Versuche beziehen sich durchweg auf eine fast konstante Temperatur von 18—20°, bei der die Mineralien über Schwefelsäure verschiedener Konzentration bis zur Gewichtskonstanz ausgetrocknet wurden. Die Dampfspannungen der verschiedenen Schwefelsäuremischungen sind aus folgender Tabelle (a. a. O. p. 327) ersichtlich.

Dampfspannung für Schwefelsäure bei 19°.

% SO_4H_2 .	0	10,0	20,26	29,21	40.64	50.11	60,42	70,32	80,46	85,10
mm Hg . .	16,32	15,72	14,55	12,48	9,11	6,05	2,93	1.23	0,39	0,11

Bei eingetretener Gewichtskonstanz wurde die Tension des Minerals gleich der der betreffenden Schwefelsäure gesetzt. Vor dem Abwägen sättigt TAMMANN die Mineralien (kleine Kristalle oder Splitter) dadurch mit Wasserdampf, daß er sie 8—14 Tage über 1 %iger Schwefelsäure liegen läßt, was „gegenüber reinem Wasser den Vorteil hat, daß Temperaturschwankungen nicht so leicht eine Kondensation des Wassers auf den Versuchsobjekten bedingen". Aus der Unterlassung dieser sehr empfehlenswerten Vorsichtsmaßregel erklären sich die außerordentlich abweichenden Angaben über den Wassergehalt der Zeolithe.

Die von TAMMANN in bezug auf Wasserbindung untersuchten Mineralien sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Wassergehalt der mit Feuchtigkeit gesättigten Mineralien.

	Formel	% H_2O berechn.	% H_2O gefund.	Moleküle H_2O
Gmelinit	$Si_4O_{12}Al_2 . 6H_2O$	23,09	21,51	5,6
Phakolith	$Si_4O_{12}Al_2 (CaNa_2), 6H_2O$	—	22,11	—
Chabasit	$Si_4O_{12}Al_2 (CaNa_2), 6H_2O$	—	22,79	—
Leonhardit	$Si_4O_{12}CaAl_2, 4H_2O$	15,26	14,78	3,9
Phillipsit	$Si_5O_{14}Al_2 (CaK_2), 5H_2O$	—	16.58	—
Gismondin,	ähnlich Phillipsit	—	21,86	—
Okenit	$Si_2O_5Ca, 2H_2O$	16.92	17,83	2,1
Natrolith	$Si_3O_{10}Al_2Na_2, 2H_2O$	9,44	10.40	2,2
Skolezit	$Si_3O_{10}Al_2Ca, 3H_2O$	13,73	13,84	3,0
Pyrophyllit	$Si_4O_9Al_2, H_2O$	5,46	5,17	0.95
Thomsonit	$Si_4O_{16}Al_4 (CaNa_2)_2, 5H_2O$	—	14,25	—

Den nach Sättigung mit Wasserdampf gefundenen Gewichtsprozenten haben wir, soweit dies möglich war, die der Formel entsprechenden Prozente sowie die Molekülzahlen beigefügt. Der graphischen Darstellung (a. a. O. p. 328), die durchweg kontinuierliche Kurven ergibt, sind die nach Erreichung des Gleichgewichts erhaltenen Dampfspannungen und der Wasserverlust in Gramm-Molekülen zugrunde gelegt.

Fußend auf die Kontinuität der Kurven betrachtet Tammann sämtliche aufgezählte Mineralien als feste Lösungen.

Falls dies zutreffen sollte, wäre es höchst auffallend, daß die von uns berechneten Molekülzahlen angenähert auf ganze Zahlen führen. Eine Abweichung von 2 Einheiten in der ersten Dezimale spricht keineswegs gegen ganze Zahlen, denn es ist zu bedenken, daß die zur Untersuchung verwandten Mineralien vorher nicht analysiert worden sind. Die chemische Zusammensetzung ist aber selbst bei denen, welchen eine feste Formel zugeschrieben wird, durchaus nicht so konstant, wie man glauben sollte. So enthält z. B. der Natrolith, der nach der Formel kein Calcium enthalten sollte, bis 6,41 % CaO, während der Gehalt an SiO_2 zwischen 42—48 % schwankt.

Selbst der Wassergehalt des Gmelinits läßt sich auf eine ganze Anzahl von Wassermolekülen deuten, wenn man, wie dies für den Desmin zutrifft, die Formel verdoppelt. Solange jedoch über die Bildungstemperatur der Zeolithe nichts Sicheres bekannt ist, muß auch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß bei der willkürlichen Beobachtungstemperatur von 18—20° zwei verschiedene Hydrate existenzfähig sind, deren Beständigkeitsintervalle übereinandergreifen. In diesem Falle läge für die Verdoppelung der Formel kein Grund vor, doch wäre dann auch selbstverständlich keine ganze Anzahl von Wassermolekülen zu erwarten. Mit Sicherheit läßt sich die Frage, ob bei einem Hydrosilikat der Wassergehalt einer ganzen Zahl von Molekülen entspricht, nur dann beantworten, wenn von der untersuchten Substanz eine genaue quantitative Analyse vorliegt.

Nach unserer Ansicht weist der von Tammann festgestellte Wassergehalt der zuvor mit Wasserdampf gesättigten Mineralien viel mehr auf chemische Bindung des Wassers als auf feste Lösung hin. Die einzige Schwierigkeit für die chemische Bindung bilden wiederum die kontinuierlich verlaufenden Entwässerungskurven. Wir müssen uns folgerichtig fragen, ob auch bei der Dampfspannung die Molekularattraktion eine Rolle spielen kann. Die Frage ist ohne weiteres zu bejahen. Ob ich ein Hydrosilikat durch gelindes Erwärmen entwässere oder dadurch, daß ich es in einen Raum mit geringem Feuchtigkeitsgehalt bringe, wie es Tammann gemacht hat, ist in der Wirkung dasselbe. In beiden Fällen stellt sich ein Gleichgewichtszustand her zwischen dem

Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft und dem des Minerals. Auch wird — vorausgesetzt, daß das Mineral mehrere Hydrate bilden kann — die Entwässerung an der freien Oberfläche eines Massenteilchens weiter fortschreiten als im Innern, wo die Kohäsion der Entwicklung des Wasserdampfs entgegenwirkt: die Massenteilchen bestehen im Innern aus höheren Hydraten und an der Oberfläche aus niederen. Da somit bei der Entwässerung stets mehrere feste Phasen vorhanden sind, so ergeben sich kontinuierliche Kurven, welche aus der Überlagerung verschiedener, nebeneinander verlaufender Zersetzungen entstehen. Ob ich den Entwässerungsvorgang als eine Funktion der Zeit, der Temperatur oder der Tension darstelle, ist ziemlich gleichgültig. Der Verlauf der Kurven wird nahezu derselbe sein, weil höhere Temperatur ähnlich wirkt wie trockene Luft, und was die Zeit anbetrifft, so schreitet die Entwässerung um so rascher vorwärts, je höher die Temperatur und je weniger feucht die umgebende Luft ist.

Die Entwässerungskurven TAMMANN's sind somit ebensowenig ein Beweis für feste Lösung als die von uns am Desmin erhaltenen. Die Sättigung der Mineralien mit Wasserdampf bei verschiedenen konstanten Temperaturen wird höchstwahrscheinlich wie beim Desmin auf bestimmte Hydrate führen.

In neuerer Zeit sind Entwässerungsversuche in größerem Umfange von ZAMBONINI vorgenommen worden (Atti R. Accad. delle Scienze Fis. et Mat. di Napoli. 1908. **16.** No. 1. p. 1—127, und GROTH Zeitschr. 1911. **49.** p. 73—105). Leider liegt auch diesen Untersuchungen die von uns als irrtümlich erkannte Ansicht zugrunde, „daß durch den Verlauf der Entwässerung bei zunehmender Temperatur oder durch Trockenmittel" festgestellt werden kann, ob das Wasser in Hydrosilikaten chemisch gebunden, gelöst oder absorbiert ist. ZAMBONINI benutzte die Mineralien, um bei allen Versuchen gleiche Korngröße zu haben, fein gepulvert und gesiebt und leitete zur Entwässerung einen Strom feuchter Luft über die erhitzte Substanz. Die folgende Zusammenstellung enthält die Mineralien, welche nach ZAMBONINI gelöstes Wasser enthalten.

Im edlen Serpentin und Chrysotil betrachtet er das Wasser, welches unter 500° entweicht, als gelöst, weil die Zersetzung kontinuierlich erfolgt, ohne daß die Durchsichtigkeit beeinträchtigt wird.

Xanthophyllit: das Wasser, welches kontinuierlich von ziemlich niedrigen Temperaturen an bis zur Rotglut entweicht, wird als gelöst, z. T. auch als eingeschlossen betrachtet.

Kieselzinkerz: das bis ca. 500° entweichende Wasser, welches den Kristallen entzogen werden kann, ohne daß sie trübe werden, wird als gelöst, der Rest als Konstitutionswasser bezeichnet.

Cordierit: die ursprüngliche Natur des Wassers ist problematisch.

Cancrinit: das Wasser entweicht kontinuierlich und ist kein Konstitutionswasser.

Katapleït (sowohl Natron- wie Kalknatronkatapleït) soll nur gelöstes Wasser enthalten.

Elpidit: das Wasser wird als gelöst bezeichnet.

Steenstrupin: der größte Teil des Wassers ist gelöst.

Epistolit: entwässert sich kontinuierlich bis 400°, weshalb sein Wasser als gelöst anzusehen sei.

Malakon einschließlich Anderbergit enthält nur gelöstes Wasser.

Orthit: bei den wasserreichen ist die Hälfte des Wassers gelöst, die andere Hälfte Konstitutionswasser, während bei den wasserarmen das gesamte Wasser als Konstitutionswasser betrachtet wird.

Sepiolith: sein Wasser verhält sich wie das der Hydrogele.

Deweylith (Gymnit) und Pseudodeweylith sind beim Entwässern dem Sepiolith sehr ähnlich.

Zeolithe: das Wasser wird als gelöst oder absorbiert angesehen.

Aus den bereits oben angeführten Gründen sind die von Zambonini aus seinen Entwässerungsversuchen gezogenen Schlüsse hinfällig. Für keines der von ihm untersuchten Hydrosilikate ist der Beweis erbracht, daß es gelöstes oder absorbiertes Wasser enthält.

Die von Löwenstein (Zeitschr. f. anorg. Chem. 1909. **63**. p. 69—139) aufgenommenen Entwässerungskurven am Chabasit, Desmin, Heulandit und deren Kali- und Ammoniak-Substitutionsprodukten liefern keine neuen Gesichtspunkte für die Wasserbindung der Zeolithe. Interessant jedoch ist die von ihm nachgewiesene Tatsache, daß auch typische Salze wie die Oxalate von Cer, Lanthan, Erbium, Yttrium, Thorium und Zirkonium beim Entwässern kontinuierlich verlaufende Dampfspannungskurven geben.

Da durch unsere Versuche am Desmin bewiesen ist, daß die Entwässerung von Substanzen, die mehrere leicht zersetzliche Hydrate bilden können, infolge der Mitwirkung der Kohäsion auf kontinuierliche Kurven führt, können diese nicht mehr als Beweis für feste Lösungen ausgegeben werden. Hieraus ergibt sich der Schluß: Bis jetzt ist für kein Hydrosilikat der Beweis erbracht, daß sein Wasser gelöst oder absorbiert ist.

Diese Feststellung ist von prinzipieller Bedeutung: Wenn die kristallisierten Substanzen aus atomistischen Raumgittern aufgebaut sind, woran nach den schönen Untersuchungen von Laue, Friedrich, Knipping (Sitzungsb. d. k. Bayer. Akad. 1912. p. 303—323 und 363—373), W. H. Bragg und W. L. Bragg (Proceed. Roy. Soc. London. A **89**. p. 277) kaum noch gezweifelt werden kann, so können kristallisierte Körper keine Lösungen sein.

Breslau, Min. Institut der Universität, November 1914.

Vesuvian und Hastingsit aus dem Nephelinsyenit von Almunge.

Von **Percy Quensel** in Stockholm.

Vesuvian. Der Vesuvian ist immer für eines der typischsten Mineralien der kontaktmetamorphen, kalkhaltigen Sedimentgesteine gehalten worden. Um so auffallender war es, dieses Mineral als einen durchaus häufigen, akzessorischen Gemengteil der unter dem Namen Canadite neuerlich beschriebenen[1] theralitischen Nephelinsyenite von Almunge unweit Upsala zu finden.

Zur Orientierung über die geologischen Verhältnisse diene folgendes: Mitten in den archaischen Graniten und Gneisgraniten des mittelschwedischen Urgebirges findet sich das beinahe kreisförmige, nur ca. 13 qkm große Umptekitmassiv von Almunge. Der Umptekit hat sich mit einer aplitischen oder protoklastischen Randzone von nordmarkitischer Zusammensetzung umgeben. Ziemlich regellos verstreut kommen in dem Umptekit größere und kleinere Massen von nephelinführenden Gesteinen vor, die sich doch im allgemeinen zu dem Umptekit etwas peripherisch gruppieren und gewöhnlich innerhalb oder dicht an der nordmarkitischen Randfazies auftreten.

Das Altersverhältnis zwischen Umptekit und Nephelinsyenit scheint nicht anders gedeutet werden zu können, als daß die nephelinführenden Gesteine älter sind als der Umptekit; an mehreren Stellen kann man direkt wahrnehmen, wie das umptekitische Magma die dunklen, nephelinreichen Canadite in zahlreichen Adern durchdringt.

Sonst sind beinahe alle Kontakte in dem Almungegebiet ziemlich unscharf und allerlei Übergänge zwischen den verschiedenen Gesteinstypen sowohl innerhalb des Massives als gegen die umgebenden Granite vorhanden. Dieses Verhältnis ist möglicherweise dadurch zu erklären, daß das beinahe kreisförmige Gebiet der Alkaligesteine als ein tiefer Schnitt eines Schlotes aufzufassen ist, durch welchen ein sich aufwärtsbewegendes Magma vielleicht längere Zeiten hindurch emporgedrungen ist. Der protoklastische Charakter der Randfazies, deren Streichen meistens konform mit den äußeren Kontakten verläuft, sowie die durch Assimilation exogenen Materials oft undeutlichen Kontakte gegen die umgebenden archaischen Granite finden durch eine solche Annahme eine natürliche Erklärung, und das Fehlen von Ganggesteinen oder anderen Apophysen als solche, die mehr oder weniger konform mit den Kontakten verlaufen, steht auch in Übereinstimmung mit einer derartigen Auffassung. Das Magma hätte dann durch diesen Zufuhrskanal intrusive oder effusive

---

[1] The alkaline rocks of Almunge. Bull. Geol. Inst. of Upsala. **12.** 1913. p. 173.

Gesteine in höheren Schichten der Erdrinde hervorgerufen, die nun schon lange von der Erosion weggeführt worden sind.

Die eigenartige Sonderstellung der unter dem Namen Canadite beschriebenen Nephelinsyenite kann kurz dadurch charakterisiert werden, daß die Syenite durch die Kombination Albit-Nephelin neben reichlichen dunklen Gemengteilen gekennzeichnet sind. Ein nicht unbeträchtlicher Ca-Gehalt ist in den dunklen Gemengteilen zu suchen; trotz dem Reichtum an femischen Mineralien verbleibt der Feldspat der typischen Canadite reiner oder so gut wie reiner Albit. Diese Definition der Canaditgruppe deckt teilweise einen schon früher von Iddings[1] herausgesonderten Nephelinsyenittypus: „Nepheline-syenites with subordinate normative lime-soda feldspar, which may not appear as feldspar in the mode but may enter into mafic minerals as well as felsic ones." Gesteine dieser Gruppe sind vorläufig am besten durch die von Adams und Barlow beschriebenen Nepheline-syenite[2] von Bancroft in Canada bekannt. Statt der langen und umständlichen Definition von Iddings habe ich den Namen Canadite für den Teil dieser Gesteinsgruppe vorgeschlagen, in welchem der oft nicht unbeträchtliche Ca-Gehalt in den reichlichen dunklen Gemengteilen zu finden ist, während der Feldspat reiner oder beinahe reiner Albit verbleibt.

Vorübergehend sei erwähnt, daß die vorliegenden Gesteine von Almunge zu den Ce-reichsten Eruptivgesteinen gehören. Eine Analyse des Normaltypus eines mittelkörnigen Canadits von M. Dittrich ergab:

SiO_2	48,60
Al_2O_3	19,89
Fe_2O_3	2,97
FeO	5,76
MnO	0,36
MgO	1,32
CaO	4,43
K_2O	2,26
Na_2O	8,74
P_2O_5	0,56
TiO_2	1,34
Ce_2O_3	0,59
BaO	0,05
F	0,06
CO_2	1,10
SO_3	0,10
S	0,01
$+H_2O$	1,73
$-H_2O$	0.21
	100,11

[1] Igneous Rocks. II, 1. p. 210.

[2] Canada Dept. of mines. Geol. Survey Branch. Memoir. No. 6. 1910.

Innerhalb der canaditischen Gesteine des Almungegebietes ist nun der Vesuvian als ein gar nicht seltener Gemengteil in den verschiedensten und am weitesten voneinander gelegenen Canaditmassiven wiederzufinden.

Der Vesuvian ist frühzeitig auskristallisiert und tritt gewöhnlich mit vollkommen idiomorpher Begrenzung gegen Feldspäte und Nephelin auf. Die prismatisch ausgebildeten Kristalle erreichen stellenweise eine Länge von 2 cm. Die Formen (100) und (110) sind gut und ungefähr gleichmäßig ausgebildet. Endflächen sind nicht beobachtet worden. Das einachsige Interferenzkreuz zeigt stets negativen Charakter. Bestimmungen der Lichtbrechung auf einem Kristallrefraktometer ergaben:

$$\omega = 1{,}7311 \qquad \varepsilon = 1{,}7269$$
$$\omega - \varepsilon = 0{,}0041.$$

Eine von Dr. R. MAUZELIUS im Laboratorium der geologischen Landesanstalt ausgeführte Analyse ergab:

		Mol.-Prop.	
SiO_2	36,16	59,87	62,98
TiO_2	2,49	3,11	
Al_2O_3	17,59	17,21	19,66
Fe_2O_3	3,91	2,45	
FeO	1,80	2,50	64,97
MnO	0,34	0,48	
MgO	0,81	2,01	
CaO	33,67	59,98	
K_2O	0,13	0,14	13,18
Na_2O	0,86	1,38	
H_2O	2,10	11,66	
	99,86		

Die Analyse zeigt einige Abweichungen von den normalen Vesuviananalysen. RAMMELSBERG hat hervorgehoben, daß das Verhältnis $RO : R_2O_3$ ziemlich konstant 4 : 1 bleibt, während das Verhältnis $R_2O : RO$ zwischen 1 : 2,4 und 1 : 8 schwankt. Im vorliegenden Falle ist das Verhältnis $RO : R_2O_3$ 3,3 : 1 anstatt des normalen 4 : 1. Das eigenartige geologische Auftreten des Vesuvians als ein wirklicher magmatischer Gemengteil eines Eruptivgesteins ist vielleicht ein genügender Grund, die etwas abweichende chemische Zusammensetzung zu erklären.

Der Vesuvian der nephelinführenden Gesteine kommt nur ausnahmsweise in größeren Mengen vor. Nur an einer Stelle steigt der Gehalt derart, daß man von einem veritablen Vesuviansyenit sprechen kann. Der Gehalt dürfte dann bis auf 15 % der Gesteinsmasse steigen. Sonst ist der Vesuvian eher als ein akzesso-

rischer denn ein wesentlicher Gemengteil anzusehen, hat aber, wie gesagt, eine ziemlich allgemeine Verbreitung innerhalb der canaditischen Gesteine.

Es erscheint schwer, dieses sehr auffallende Vorkommnis von Vesuvian in einem Eruptivgestein anders zu erklären, als daß hier Überreste von exogenem Material vorliegen, das sonst vollständig assimiliert worden ist. Eine ähnliche Erklärung ist für den primären Kalkspat der Alnöer Nephelinsyenite versuchsweise gegeben worden. Es scheint unzweideutig, daß in beiden Fällen wirklich magmatische Mineralien in Form von Kalkspat oder Vesuvian vorliegen in dem Sinne, daß diese Mineralien gleichzeitig mit den anderen Gemengteilen des Gesteins auskristallisierten und also wirklich als integrierende Bestandteile des Magmas bei beginnender Auskristallisation vorhanden waren und nicht etwa als resorbierte Kristalle exogenen Ursprungs aufzufassen sind. Es braucht aber deswegen nicht angenommen zu werden, daß diese Mineralien oder entsprechende chemische Verbindungen ursprünglich dem Magma zugehörten. Die Möglichkeit, daß wir gerade in den nephelinführenden Gesteinen einen beträchtlichen Gehalt an oft vollständig assimiliertem exogenem Material zu suchen haben, ist in letzterer Zeit besonders von den amerikanischen Petrographen wiederholt hervorgehoben worden. Daly will bekanntlich diese Vermutungen derart generalisieren, daß die nephelinführenden Gesteine gerade diesem Vorgang ihre Entstehung verdanken. Im Almungegebiet lassen sich keine endgültigen Beweise weder für oder gegen diese Annahme finden, aber das unerwartete Auftreten von nicht unbeträchtlichen Mengen von Vesuvian ist eine Tatsache, die Aufmerksamkeit verlangt und die vorläufig durch die Annahme von exogenem, aber vollständig resorbiertem Material am leichtesten erklärlich ist.

In diesem Zusammenhang dürfte der auffallend hohe Cancrinitgehalt der typischen Canadite von Almunge (über 17 %) Erwähnung verdienen. Es wäre ja leicht denkbar, daß bei einer Assimilation von kalkhaltigen Sedimenten unter solchen äußeren Bedingungen, bei denen die Kohlensäure nicht entweichen konnte, dieselbe gerade in dem Cancrinit wiederzufinden wäre.

Ein Vergleich mit dem geologischen Auftreten der nahe verwandten canadensischen Canadite von Bancroft ist natürlich von großem Interesse. Welcher Auffassung über die Genesis der canadensischen Nephelinsyenite man sich auch anschließen will, so scheint es doch unzweideutig, daß die an die Kontaktzone zwischen den laurentischen Graniten und den Kalksteinen der Grenville-Hastingsserie streng gebundenen Nephelinsyenite ihren außerordentlich hohen Kalkspatgehalt einem Assimilationsprozess seitens der Kalksteine verdanken. Tatsächlich ist auch im Felde jeder Übergang von Kalkstein zu Nephelinsyenit vorhanden.

Es muß daher die Möglichkeit offen gehalten werden, daß wir in dem Vesuviangehalt der Almungecanadite die Reste ähnlicher Assimilationsprozesse vor uns haben.

Hastingsit. Als ein charakteristischer dunkler Gemengteil der Alkaligesteine von Almunge tritt ein sammetschwarzer Amphibol auf, der sich bei genauerer Untersuchung als ein typischer Hastingsit erwiesen hat.

Rosenbusch[1] erwähnt kurz diesen Amphibol bei einer Beschreibung des Umptekites von Almunge als einen optisch negativen Amphibol mit blauschwarzen Absorptionsfarben, normalsymmetrischer Achsenlage, starker Achsendispersion, schwacher Doppelbrechung und ca. 25° Auslöschungsschiefe.

Schon im Anfange meiner Untersuchungen schien mir eine große Ähnlichkeit zwischen dem betreffenden Amphibol und dem von Adams zuerst beschriebenen Hastingsit von Canada vorhanden zu sein. In der ersten Beschreibung von Adams wurde zwar der Hastingsit mit symmetrischer Achsenlage beschrieben, aber neuere Untersuchungen von R. P. Graham zeigten, daß die Achsenlage in seinem Untersuchungsmaterial normalsymmetrisch war. Der Achsenwinkel wurde als klein bis sehr klein angegeben; eine approximative Messung ergab $2V = 16^{0}$.

Diese neuen Bestimmungen machten die Übereinstimmung mit dem Amphibol von Almunge noch auffallender. Die optische Untersuchung, die an bis 5 cm großen Individuen in einer grobkörnigen Fazies des Umptekits von Seglinge ausgeführt wurde, ergab folgendes: Die Farbe ist sammetschwarz mit hohem Glanz. U. d. M. macht sich ein lebhafter Pleochroismus geltend mit $\alpha =$ gelbgrün, $\beta =$ blaugrün, $\gamma =$ grün bis blaugrün und mit $\beta \geqq \gamma > \alpha$. Die Ebene der optischen Achsen ist nicht konstant. In manchen Dünnschliffen ist die Lage durchgehend symmetrisch, in anderen ist die Lage ebenso sicher normalsymmetrisch. Die Auslöschungsschiefe ist groß, zwischen 35°—41° schwankend. Wegen der starken Dispersion ist es oft schwer, die Auslöschungsrichtung genau zu bestimmen. Der Achsenwinkel ist sehr klein, oft kaum wahrnehmbar, so daß das Interferenzbild als ein einachsiges Kreuz mit negativem Charakter erscheint. Wegen der außerordentlich niedrigen Doppelbrechung sind alle Interferenzbilder im konvergenten Licht ziemlich verschwommen und oft ist es sogar an einem geeigneten Schnitt schwierig zu entscheiden, welche Lage die optischen Achsen besitzen.

In allen optischen Beziehungen stimmt der Amphibol von Almunge ziemlich genau mit dem Hastingsit von Dungannon überein. Nur in der Hinsicht, daß die Achsenebene nicht konstant normalsymmetrisch zu sein scheint, gehen die Beobachtungen auseinander.

---

[1] Physiographie. II, 1. p. 152.

Aber auch hier scheinen im Grunde keine wesentlichen Verschiedenheiten vorzuliegen; GRAHAM sagt selbst bei der Revision der optischen Konstanten des Hastingsits, daß die Achsenebene bei sehr kleinem Achsenwinkel möglicherweise nicht konstant ist, sondern sogar in einem Kristall für verschiedenes Licht verschieden sein kann, derart, daß für rotes Licht eine symmetrische, für blaues Licht dagegen eine normalsymmetrische Achsenlage vermutet werden kann. Genau dasselbe kann von dem Hastingsit von Almunge gesagt werden.

Es scheint aus einer Zusammenstellung der optischen Charakterzüge dieser Amphibolgruppe hervorzugehen, daß der Hastingsitbegriff kaum auf Amphibole mit der einen oder anderen Achsenlage beschränkt werden kann, sondern daß eher das Charakteristische dieser Gruppe gerade in der veränderlichen Achsenlage bei sehr kleinem Achsenwinkel neben niedriger Doppelbrechung und großer Auslöschungsschiefe zu suchen ist.

Die chemische Untersuchung des Hastingsits von Almunge zeigt eine ebenso nahe Verwandtschaft mit dem Hastingsit von Dungannon wie die optischen Bestimmungen.

	I.	II.
SiO_2	37,49	34.18
TiO_2	0,86	1,53
Al_2O_3	10,81	11,52
Fe_2O_3	7,52	12,62
FeO	25,14	21,98
MnO	0,95	0,63
MgO	1,34	1.35
CaO	9,77	9,87
K_2O	1,91	2,29
Na_2O	2,06	3,29
H_2O	2,01	0,35
	99,86	99,60

I. Hastingsit aus grobkörnigem Umptekit, Seglinge, Almunge. R. MAUZELIUS anal. Bull. Geol. Inst. Upsala. **12.** p. 148.

II. Hastingsit, Dungannon. Am. Journ. of Science. **48.** p. 13.

Die chemische Zusammensetzung allein genügt aber scheinbar nicht, um eine natürliche Klassifikation der Amphibole durchzuführen. Folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung chemisch nahe verwandter Hornblenden, die aber optisch wenig gemeinsam haben, indem der Achsenwinkel von 16°—70° wechselt, die Auslöschungsschiefe von 9°—40°, die Doppelbrechung von stark bis sehr schwach usw.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	37,49	38,03	36,86	35,42	34,18
TiO_2	0,86	0,22	1,04	1,34	1,53
Al_2O_3 . . .	10,81	11.59	12,10	8,89	11,52
Fe_2O_3 . . .	7,52	6,81	7,41	9,73	12,61
FeO	25.14	23,72	23,55	24,48	21,98
MnO	0,95	1,11	0,77	1,17	0,63
MgO	1.34	2,87	1,90	0,17	1,34
CaO	9.77	9,75	10,59	6,93	9,87
K_2O	1,91	1,90	1,20	3,23	2,29
Na_2O	2,06	2,30	3,20	5,13	3,29
F	—	0,05	0,27	—	—
H_2O	2,01	1,20	1,30	3,15	0,35
	99,86	99,50	99,99	99,64	99,60

I. Hastingsit, Seglinge, Almunge.

II. Hornblende im Pegmatit, Österskär, Stockholm. P. Geijer, Geol. För. Förh. **35**. p. 147.

III. Hudsonite. Am. Journ. of Science. **15**. p. 264.

IV. Hornblende, Beverley. F. E. Wright, T. Min.-petr. Mitt. **19**. p. 312.

V. Hastingsit, Dungannon. Am. Journ. of Science. **48**. p. 13.

Ebensowenig wie die chemische Zusammensetzung genügt, eine natürliche Klassifikation der Amphibole durchzuführen, ebensowenig genügt die eine oder andere optische Eigenschaft allein, diese Amphibolgruppe zu charakterisieren. Normalsymmetrische Amphibole kommen z. B. bekanntlich in den verschiedensten Gesteinen und mit sehr abweichender chemischer Zusammensetzung vor.

Eine scharfe Definition des Hastingsitbegriffes ist deswegen auch schwer zu geben. Die ursprüngliche Definition des Hastingsites als ein mehr oder weniger reines Orthosilikat dürfte nicht aufrecht erhalten werden können. Schon Penfield hat hervorgehoben, daß die verschiedenen Glieder der Amphibolgruppe keine solchen Divergenzen der Kristallform aufzuweisen haben, die die Annahme rechtfertigen könnten, daß Verbindungen verschiedener Säuren vorhanden waren.

Die Charakterzüge der Hastingsitgruppe scheinen daher eher in der Kombination folgender optischer Eigenschaften zu liegen:

Kleiner bis sehr kleiner Achsenwinkel,
wechselnde Lage der optischen Achsen,
sehr niedrige Doppelbrechung,
starke Achsendispersion und
blaue oder blaugrüne Absorptionsfarben.

Chemisch wären diese Amphibole gleichzeitig durch niedrigen Al_2O_3-Gehalt (ca. 10 %), eine ungefähr gleich große Menge FeO, 20—25 % Fe_2O_3, ca. 10 % CaO und relativ niedrigen Alkaligehalt gekennzeichnet.

Amphibole, die zu dieser Gruppe gehören oder damit sehr nahe verwandt sind, wurden vorläufig unter verschiedenen Namen aus Alkaligesteinen erwähnt und beschrieben, z. B. außer von Almunge und Dungannon von Wright aus Beverley und von Pirsson und Washington aus Belknap Mountains und Red Hill. In den Almungesyeniten kommt übrigens außer dem typischen Hastingsit ein anderer, etwas zonar gebauter Amphibol mit rötlichbraunen Tönen im Zentrum und olivgrünen Farben in den äußeren Teilen der Kristalle vor. Die Amphibole haben eine symmetrische Achsenlage, etwas stärkere Doppelbrechung und größeren Achsenwinkel als bei den Hastingsiten, neben bedeutend kleineren Auslöschungsschiefen von ca. 20° für die rötlich gefärbten Partien und etwa 25° für die grünen.

Es scheint hier die Annahme nahe zu liegen, daß nur Glieder einer einzigen Reihe vorliegen, die von den barkevikitischen Amphibolen zu den sogenannten grünen Alkali-Amphibolen und weiter zu den typischen Hastingsiten führt.

Die Stammesgeschichte der Elephanten.

Von **W. Soergel.**

(Fortsetzung.)

1.

Welche Momente wirken im Laufe der Stammesgeschichte in erster Linie umbildend auf die Schädelform der Elephanten ein?

Der Elephantenschädel erleidet im Laufe seiner ontogenetischen Entwicklung bekanntlich ganz außerordentliche Veränderungen, die in der exzeptionellen Molarenbildung und im Stoßzahnwachstum ihre direkten Ursachen haben. Besonders das letztere ist für die Ausgestaltung des Oberschädels von grundlegendem Einfluß. Das Verhältnis zwischen Schädelform und Entwicklung der Stoßzähne kann man dahin charakterisieren, daß jede Altersstufe einen Gleichgewichtszustand darstellt, der beim Weiterwachsen der Stoßzähne aufgehoben und durch einen neuen ersetzt wird. Da dieses Wachstum zum mindesten bis zur Reife des Tieres ein kontinuierliches ist, so befindet sich die Schädelbildung bis zu einem Grenzstadium dauernd in Fluß. Diese Tatsachen sind, wie ich 1912 p. 89 ausgeführt habe, für das Verständnis des fossilen Schädelmaterials und seiner Ausdeutung bezüglich phylogenetischer Zusammenhänge von größter Bedeutung. Denn wie in der ontogenetischen Entwicklung des Individuums, so muß auch in der phylogenetischen Heranbildung der „Art“ die Stoßzahnbildung von größtem Einfluß auf die Schädelbildung gewesen sein, wie übrigens von allen

Autoren, einschließlich SCHLESINGER, anerkannt wird. Unterschiedlich kommt in der Phylogenese nicht nur eine Größenveränderung, sondern in stärkerem Maße eine Formveränderung der Stoßzähne als umbildender Faktor in Betracht. Die Schädelformen von verschiedenen Mutationen resp. Arten einer Stammreihe sind also auch hier nur als Gleichgewichtszustände aufzufassen, die mit fortschreitender Änderung der Stoßzahnform oder Größe aufgehoben werden und erst in der nächsten Mutation wieder „fest" werden. Während aber in der Ontogenese das stets kontinuierliche Wachstum eines Tieres eine kontinuierliche Veränderung des Schädels bedingte, erfolgen die Veränderungen des Schädels im Laufe der Phylogenie nicht gleichmäßig, sie haben gewissermaßen Ruhepunkte. Denn hier liegt der in letzter Linie dem kontinuierlichen Wachstum entsprechende Reiz außerhalb der Art, in der Umgebung, im Milieu. Gerade die Stoßzahnbildung ist in hohem Maße abhängig vom Klima des Wohngebietes, vom landschaftlichen Charakter desselben, wie ich 1912 p. 89 dargelegt habe.

Damit kommt etwas der Art an sich Fremdes etwas Sprunghaftes in die Entwicklung, das der Ontogenie abgehen muß. Der Mechanismus der Umbildung ist jedenfalls im Prinzip der gleiche.

Ändern sich also die klimatischen Bedingungen für das Wohngebiet einer Art und damit der Landschaftscharakter dauernd, so kann die Art darauf durch eine Form- resp. Größenveränderung der Stoßzähne reagieren, was eine Umbildung gewisser Schädelpartien, besonders des Schädeldachs zur Folge haben muß.

Diese einfachen Beziehungen zwischen Ontogenie und Phylogenie, einmal in dem Umbildungsprozeß der Schädel, zum anderen in der Ausdeutungsmöglichkeit der hervorgerufenen Abänderungen hatte ich früher p. 89 kurz dargelegt. Den Zweck dieser Darlegungen hat SCHLESINGER, wie ich einer Anmerkung auf p. 740 (II) entnehme, vollkommen mißverstanden.

2.

Was ergibt sich daraus für die Bewertung des Schädels in phylogenetischen Erörterungen gegenüber den Merkmalen anderer Skeletteile, besonders der Dentition?

Es liegt auf der Hand, daß ein in der Ontogenese so lange umänderungsfähiger plastischer Teil des Skeletts auf äußere Einflüsse, wie sie letzten Endes die Phylogenie beherrschen, durch Formveränderung schneller reagieren wird als ein ontogenetisch weniger plastischer, daß dieser Skeletteil zur Fixierung neuer Merkmale, zur Erlangung neuer Gleichgewichtszustände schneller fortschreiten wird als andere. Werden zwei verschieden plastische Skelettelemente von ein und demselben äußeren Einfluß indirekt gleich intensiv beeinflußt, so wird sich der plastische erstens

schneller, zweitens stärker verändern als der andere. In einer größeren Variationsbreite, wie sie Artabspaltungen vorauszugehen pflegen, werden die beiden Pole deshalb in dem plastischeren Skeletteil viel weiter auseinanderweichen als in jedem anderen. Sind infolge spärlichen Materials Zwischenformen zwischen beiden Polen, wenigstens in dem plastischen Skeletteil, nicht vorhanden, so könnte man leicht geneigt sein, auf die hier obwaltenden Unterschiede die beiden Varietäten für Arten zu halten, die Spaltung, die definitiv noch nicht eingetreten ist, als weiter zurückliegend, als eingetreten anzunehmen. In solchen Fällen ist ein Entscheid selbstverständlich nur auf Grund aller vergleichbaren Skeletteile zu führen; zeigt sich, daß in weniger plastischen, aber doch dauernd umänderungsfähigen Teilen beide Pole durch Übergänge gut verbunden sind, so ist zum mindesten wahrscheinlich, daß auch die in den plastischen Teilen obwaltenden größeren Unterschiede zwischen beiden Polen durch Zwischenformen überbrückt sind, wir es also nur mit Varietäten, nicht mit Arten zu tun haben.

Ein sehr plastischer Skeletteil im eben erörterten Sinne ist nach 1 der Schädel, ein weniger plastischer, auf äußere Einflüsse langsamer reagierender, sind die Backzähne der Elephanten. Ein und dieselbe variierende Art wird deshalb in den die Schädelform bedingenden Merkmalen eine weiter fassende Variabilität aufweisen als in den Merkmalen der Dentition. Die Art wird in dem ersten Merkmalkomplex weit weniger geschlossen erscheinen als im zweiten. Bei der Beurteilung fossiler, stärker variierender Formen auf Grund der Schädelcharaktere wird man besonders dann, wenn das Schädelmaterial sehr gering ist oder der Schädel in seiner Gestaltung nur induktiv erschlossen werden kann, leicht zu einer schärferen Unterscheidung zweier Formen gedrängt; in solchen Fällen sind andere Skelettelemente, besonders die Backzähne, die durch ihre besondere Häufigkeit und die Stetigkeit ihrer phylogenetischen Weiterbildung einen günstigeren Gradmesser der Stammesentwicklung darstellen, zur Korrektur heranziehen.

Bei stammesgeschichtlichen Erörterungen sind die Schädelcharaktere also nur mit Vorsicht und nur im Zusammenhang mit allen übrigen verfügbaren Merkmalen, besonders denen der Dentition, zu verwerten.

3.

Sind Tatsachen vorhanden, die darauf hinweisen, daß die oberpliocäne *antiquus*-artige Form dem *El. meridionalis* in einigen Merkmalen des Schädelbaues beträchtlich näher stand als der pleistocäne *El. antiquus*?

Zur Beurteilung des Schädels der *antiquus*-artigen Form des

Oberpliocän liegt aus dem Oberpliocän selbst kein Material vor. Auch aus dem alten Diluvium sind *Antiquus*-Schädel, die ja im Vergleich mit dem jungdiluvialen *El. antiquus* einen Schluß auf die pliocäne Vorform gestatten würden, sehr spärlich und nur in einem einigermaßen brauchbaren Stück vorhanden. Die Zwergformen des *El. antiquus* von Sizilien, von denen POHLIG Schädelreste beschrieb [1], gehören nicht dem Altdiluvium an, wie SCHLESINGER meint. Unter anderem spricht für ein höchstens mitteldiluviales Alter der Formen die Tatsache, daß sie ausschließlich einwurzelige M M III mand. aufweisen, die *El. antiquus* des Festlandes erst nach der zweiten Eiszeit als konstantes Merkmal besitzt. Daß die Zwergformen schon vor Beginn der insularen Abschließung, vor Beginn der Degeneration einwurzelige M M III besessen haben müssen, habe ich anderwärts [2] ausgeführt. Die Formen können daher frühestens direkt nach der zweiten Eiszeit insular abgeschlossen worden sein.

Das Schädelmaterial zur Beurteilung unserer Frage ist also ein sehr spärliches, das zu einer sicheren Lösung kaum hinreicht, wie ich früher schon behauptet habe. Wenn demgegenüber SCHLESINGER meint, es scheine ihm dazu doch genügend Schädelmaterial „sogar publiziert“ zu sein, so beweist das nur, daß er die paläontologischen Grundlagen der von mir vertretenen Stammesgeschichte, gegen die er seine Einwände richtet, in ihren letzten Konsequenzen nicht verstanden hat.

Der einzige Schädel, der uns zur Verfügung steht, ist der „Ganesa“-Schädel des *El. antiquus* von Mauer. Leider fehlt ihm das Schädeldach völlig und es ist ein Vergleich nur in einem entwicklungsgeschichtlich wichtigen Merkmal, der Breite der Intermaxillarpartie, möglich. Der jungdiluviale *El. antiquus* ist bekanntlich durch enorm entwickelte Intermaxillaria ausgezeichnet, die am vorderen Ende eine Breite von über 1 m erreichen können. Mit 61 cm ist die Intermaxillarbreite des Mauerer Schädels beträchtlich geringer, ja nur wenig größer als das entsprechende Maß an einigen Mammutcranien. Darin steht der altdiluviale *El. antiquus* dem *El. meridionalis*, sogar der Typusform, näher als die jungdiluviale Form. Damit wäre die Richtung der Entwicklung dieses Merkmals festgelegt. Da Mauer in das Ende des 1. Interglazials resp. ins 2. Glazial gehört, also vom Oberpliocän zeitlich schon recht entfernt ist, so darf man für die oberpliocäne *antiquus*-artige Form wohl Schädel mit noch weniger breiten Intermaxillarien voraussetzen.

[1] H. POHLIG, Eine Elephantenhöhle Siziliens und der erste Nachweis des Cranialdoms von *El. antiquus*. Abh. d. K. Bayr. Akad. d. Wiss. II. Bl. 18. I. Abt. 1893.

[2] W. SOERGEL, Stegodonten aus den Kendengschichten auf Java. Paläontographica. Suppl. 1913.

Das bedeutet aber eine starke Annäherung an die in diesem Merkmal bei *El. meridionalis* vorherrschenden Verhältnisse.

Ich habe früher darauf verzichtet, auf diese Eigentümlichkeit des einzigen altdiluvialen Schädels besonderes Gewicht zu legen. Jetzt aber, nachdem wir über die Ausbildung der Stoßzähne des Mauerer *Antiquus* besser orientiert sind, erscheint das besprochene Merkmal in ganz anderem Lichte. Wie wir unter 1 ausführten, bedingen Veränderungen in der Stoßzahnform Änderungen in der Schädelform. Man wird deshalb aus verschiedenen Stoßzähnen auf mehr oder weniger verschiedene Schädelform schließen dürfen. Die Stoßzähne des *El. antiquus* von Mauer weichen aber von denen des jungen *El. antiquus* von Taubach, Gräfentonna etc., wie ich an anderer Stelle[1] gezeigt habe, zum Teil nicht unbeträchtlich ab in der Richtung nach *El. meridionalis* hin. Andererseits kommen im Oberpliocän auch schon mehr oder weniger *antiquus*-ähnliche Stoßzähne vor. Diese Tatsachen sprechen entschieden dafür, daß der Schädel des Mauerer *El. antiquus* allgemein etwas anders gestaltet war als der des geologisch jüngeren *El. antiquus*. sprechen also im gleichen Sinne als der einzige erhaltene Schädel selbst. In höherem Maße müssen wir eine solche, vom jungdiluvialen *El. antiquus* abweichende Schädelorm aber für die ältere, oberpliocäne *antiquus*-artige Form gelten lassen, die deshalb im Bau der Intermaxillarpartie dem *El. meridionalis* typus näher gestanden haben muß als der geologisch jüngere *El. antiquus* von Taubach. Inwieweit das auch noch für andere Merkmale des Schädels zutrifft, ist heute noch nicht zu entscheiden.

Eine gewisse Annäherung im Schädelbau an *El. meridionalis*, wie ich sie früher schon für wahrscheinlich hielt, wird man auf Grund dieser Tatsachen wohl zugeben müssen, wenn auch dieser *Praeantiquus* keinesfalls das hohe, spitze Schädeldach des *El. meridionalis* typus besessen haben kann. Das Schädeldach dürfte, besonders bei den extremeren Formen, viel niedriger und breiter gewesen sein.

4.

Wie verhält sich der Schädel dieser *antiquus*-artigen Form des Oberpliocän zu dem Schädel des *El. planifrons*?

Schlesinger begründet seine Deszendenzlinie *El. planifrons*—*El. antiquus* besonders mit den Schädelcharakteren beider Arten. Ich gebe gern zu, daß eine Ähnlichkeit des „*Praeantiquus*"-Schädels mit dem Schädel von *El. meridionalis* in manchen Merkmalen in höherem Grade eine Ähnlichkeit mit dem Schädel von *El. planifrons* bedeutet, ja, daß die Schädel des „*Praeantiquus*" im ganzen Habitus, besonders im Schädeldach den *Planifrons*-Schädeln ähnlicher geworden

[1] W. Soergel, Die diluvialen Säugetiere von Baden. I. Teil: Älteres und mittleres Diluvium. Mitt. d. Großh. Bad. geol. Landesanstalt. 1914.

sind als den Schädeln des *El. meridionalis* typus. Diese größere Ähnlichkeit kann aber keineswegs die direkte Linie *El. planifrons*—*El. antiquus* im Sinne SCHLESINGER's beweisen.

Entwickelt in einer direkten Stammreihe a—b—c die geologisch jüngste Art (Mutante) c eine größere Variationsbreite, so ist klar, daß die beiden Pole dieser Variationsbreite c_1 und c_2 in den „Variationsmerkmalen“ untereinander unähnlicher sind als jede von ihnen der direkten Stammform b, in vielen Fällen auch als jede von ihnen der übernächsten Stammart a. Denn die Stammformen besitzen die Merkmalskomplexe, die bei Entwicklung einer größeren Variationsbreite eben gesondert, in zwei sich immer schärfer unterscheidende Pole getrennt werden, noch gebunden, sie haben mit den jüngeren Varianten gewisse Ähnlichkeiten, selbst wenn die Varianten nur noch sehr geringe untereinander besitzen. Der Grad der Ähnlichkeit wird bedingt einmal von der Weite der Variationsbreite, vom Abstand der Pole und ferner von der Größe der durch Mutation hervorgerufenen Unterschiede zwischen a, b und c. Sind letztere, wie bei den Elephanten, nicht so bedeutend, daß sie von Mutante zu Mutante den Charakter des Tieres verändern — wie es an vielen tertiären Stämmen lediglich wegen des mangelhaften Fossilmaterials und der großen offenstehenden Lücken der Fall ist —, so können c_1 (*Praeantiquus*) und c_2 (*El. meridionalis* typus) jeder für sich einer älteren Stammart a (*El. planifrons*) ähnlicher sein, als beide unter sich.

5.

Sprechen die Tatsachen gegen die Auffassung, daß die *antiquus*-artige Form des Oberpliocän als der eine Pol einer Variationsbreite, deren anderer Pol *El. meridionalis* typus war, also als Varietät nicht als Art aufgefaßt werden darf?

Die Frage, ob die *antiquus*-artige Form des Oberpliocän als eine besondere Art gegenüber *El. meridionalis* oder nur als eine Varietät, die mit *El. meridionalis* eine Variationsbreite bildet, aufzufassen ist, läßt sich natürlich nur im Vergleich aller Merkmale entscheiden. Uns kommt es hier in erster Linie darauf an, festzustellen, ob die zwischen beiden Formen obwaltenden Schädeldifferenzen gegen die Auffassung der *antiquus*-artigen Form als Varietät einer Variationsbreite, an deren anderem Ende *El. meridionalis* typus steht, beweisend sind. Wäre ein sehr reiches Schädelmaterial aus dem Oberpliocän erhalten, so würde mit dem Vorhandensein oder Fehlen von „intermediären Formen“ im Schädel die Frage entschieden sein. So hängt ihre Beantwortung vom Resultat verschiedener Erwägungen ab, nicht zum geringen Teil auch von der Bedeutung, die man den einzelnen Merkmalen dieser so veränderungsfähigen Schädel zumessen will. „Gerade hier

kommt es", wie Schlesinger in Anmerkung 1 p. 150 (I) schreibt, „auf eine sorgfältige Auswahl derjenigen Merkmale an, welche phyletisch von Bedeutung sind. Die Schädel ein und derselben Elephantenart variieren zufolge individueller Momente in einer geradezu unglaublichen Breite." Gilt letzteres schon für die Arten der Gegenwart, die seit Generationen in einem relativ gleichmäßigen Klima gleichmäßige Lebensbedingungen finden, wie viel mehr für die fossilen Arten, die am Wendepunkt zweier klimatisch ganz verschieden charakterisierter Epochen lebten, die dem Einfluß beginnender Änderungen direkt ausgesetzt waren. Bei solchen Arten wird eine große Variationsbreite, die schließlich eine Aufteilung in mehrere Arten erfährt, nur selbstverständlich erscheinen. Die oberpliocäne Nachkommenschaft des *El. planifrons* stand aber wie keine andere Art unter dem Einfluß solcher einsetzender Änderungen, der sich in der Entwicklung einer größeren Variationsbreite geltend gemacht haben muß. Ich halte es daher für sehr wohl möglich, daß der Schädeltypus des *El. meridionalis* und der des „*Praeantiquus*", wie wir ihn oben charakterisiert haben, in einer Variationsbreite enthalten gewesen sind.

Wollte man einwenden, die Variationsbreite der rezenten Arten enthält nur Schädeltypen der gleichen Spezialisationsrichtung, die fossile Variationsbreite aber von zweien, so läßt sich dem folgendes entgegenhalten. Gehen zwei Arten, die verschiedene Spezialisationsrichtungen darstellen, auf eine gemeinsame dritte Art zurück, so muß irgend wann einmal die Stammart eine Variationsbreite besessen haben, die die beiden Spezialisationsrichtungen der beiden zukünftigen Arten mehr oder weniger ausgeprägt enthielt. Wie stark jede Richtung in dem entsprechenden Pol der Variationsbreite schon betont, wie groß die Variationsbreite vor der Auflösung war, das wird sich stets nach besonderen Umständen richten, nach dem Zeitpunkt, wann äußere Verhältnisse eine Isolierung der beiden Variationspole erzwingen und ähnlichem mehr. Der Zeitpunkt der definitiven Trennung kann jedenfalls einmal früher, einmal später eintreten. Unter günstigen Umständen kann eine solche Variationsbreite also ihre größte mögliche Breite erreichen, über die hinaus auch ohne Hinzutreten neuer äußerer Momente, lediglich durch die Expansionsenergie der beiden Pole ein Zerfall eintreten würde. Für unseren speziellen Fall ergibt sich daraus: Es muß unter den *Planifrons*-Nachkommen einmal eine Variationsbreite gegeben haben, in der die Schädelcharaktere des *El. meridionalis* sowie die des „*Praeantiquus*", also beide Spezialisationsrichtungen mehr oder weniger stark ausgeprägt enthalten waren. Da die oberpliocänen Nachkommen des *El. planifrons* nun im Bau der Molaren, im Bau des Unterkiefers, in der Gestaltung der Stoßzähne eine sehr beträchtliche Variabilität zeigen, da sich in diesen Merkmalen zwei durch Übergänge eng miteinander verbundene Formen, nämlich

El. meridionalis typus und eine *antiquus*-artige Form unterscheiden lassen, so sehe ich mich auch heute noch gezwungen, in dieser oberpliocänen Formengruppe die eben geforderte Variationsbreite zu erblicken und die etwas größere Divergenz in den Schädelcharakteren — die übrigens laut Abschnitt 3 gar nicht als so überaus beträchtlich angesehen zu werden braucht — gemäß unseren vorhergehenden Ausführungen (1, 2) für etwas ganz Natürliches, Selbstverständliches zu halten.

Die *antiquus*-artige Form des Oberpliocän und *El. meridionalis* typus haben also nach wie vor als Varietäten des *El. meridionalis* im weiteren Sinne zu gelten.

Die Einwände SCHLESINGER's von der craniologischen Seite her beweisen nichts gegen die von mir begründete Stammesgeschichte: „Aus der Variationsbreite des *El. meridionalis* lösen sich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung zu Beginn des Pleistocän zwei Formen schärfer heraus: *El. antiquus* und *El. trogontherii*.“ (1912.) (Fortsetzung folgt.)

Besprechungen.

F. Hahn †: Einige Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Mon.-Ber. 1912. p. 528—536. 3 Textfig.)

Verf. kehrt zur J. BÖHM'schen Auffassung zurück, daß Sandstein den liegenden, Zementmergel-Kieselkalk den hangenden Teil der Flyschgruppe bilde. Beide müssen, da die Inoceramenfunde in dem oberen Teile gemacht seien, bis mindestens zum Lech westwärts als cretacisch gelten (siehe die im folgenden besprochene Arbeit). Das Flyschkonglomerat führt alpine Bestandteile und gehört der Sandsteingruppe an. Der Flysch lagert infolge Überschiebung auf der Kreide und zeigt Großfaltung, während diese, ihrer geringen Mächtigkeit halber, von Kleinfaltung beherrscht wird. Quersprünge im Flysch sind nachweisbar, auch Überdeckung durch Kalkalpen-Gesteine, wodurch sich der steile Verband zwischen Flysch und Kalkalpen als nachträglich geformt erweist.

Lebling.

F. Hahn †: Weitere Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. 2. Zusammensetzung und Bau im Umkreis und Untergrund des Murnauer Moores. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Mon.-Ber. 1914. p. 46—63. 2 Textfig.)

Südlich von Murnau erfährt das Loisachtal eine starke trichterförmige Erweiterung, der der größte Teil der Flyschzone zum

Opfer fällt. Doch ragen kleine „Kögel“ aus der vermoorten Ebene. Diese bestehen aus Flysch, Gault, Schrattenkalk und Orbitulinenschichten (?). Die Gesteine sind in einen Sattel gefaltet, dem im westlichen Talhang ein antiklinaler, zwischen zwei Zementmergelzügen erscheinender Aufbruch von Flyschsandstein entspricht. Östlich der Murnauer Lücke gibt es nur einen Zementmergelzug, der aber in der Zwieselmasse als der südliche des Normalprofiles sich entpuppt. Diese Erkenntnis ermöglicht es, in der Lücke drei Quersprünge nachzuweisen, welche in den Kalkalpen z. T. schon von Knauer festgestellt wurden. Die Bewegung ist älter als die Molassefaltung. Die Lücke ist nicht durch diese Brüche, sondern durch Ausräumung entstanden. Das Lageverhältnis Flysch über helvetischer Kreide gehe auf Überschiebung zurück. Innerhalb der helvetischen Kreide ist der hier besprochene mittlere Zug aus echt helvetischer Kreide von dem nördlichen, mit abweichender Fazies (Pattenauer Schichten usw.) und Eocän im Hangenden zu unterscheiden. Lauter sehr wichtige Ergebnisse. **Lebling.**

F. Hahn †: Versuch zu einer Gliederung der austroalpinen Masse westlich der österreichischen Traun. (Verh. k. k. Reichsanst. 1912. p. 337—344. Übersichts-Kärtchen.)

[Eine klare, vorläufige Übersicht des Gebietes, das in den zwei im folgenden besprochenen Arbeiten ausführlicher beschrieben wird.]

Lebling.

F. Hahn †: Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen. 3. Die Kalkalpen Südbayerns. (Geol. Rundsch. 1914. p. 112—145. 1 Textfig.)

[Entsprechend der Art dieser Arbeit, als eines Sammelreferates, ist eine ausführliche Besprechung nicht erforderlich. Immerhin ist die Verarbeitung eine so selbständige, daß wenigstens einiges erwähnt werden muß.] Es wird zum ersten Male seit langer Zeit ein Überblick über die gesamten stratigraphischen Verhältnisse der Bayrischen Alpen gegeben. Die Besprechung der tektonischen Verhältnisse beschränkt sich auf das Gebiet nördlich des großen Hauptdolomitzuges (Karwendelvorberge bis Trainsjoch bei Kufstein). Ihm folgt im S die Karwendelmulde, die wiederum an der „tirolischen“ Linie: Eibsee—Pertisau—Guffert N—Pendling N ihre südliche Begrenzung findet. Nördlich von jener Dolomitzone liegt zuerst der Muldenzug Farchanter Alpen—Jachenau—Roßstein—Setzberg—Rotwand—Brünnstein—?. Es folgt die „hochbajuvarische“ Randmulde, im W aus der Lechtaler Schubmasse hervorgehend, gipfelnd in Aggenstein, Tegelberg, Klammspitz, Ettaler Manndl, Benediktenwand, Fockenstein, Brunstkogel, Wendel-

stein, Heuberg S, Kampenwand, Hochgern, Hochfellen. Das Ganze von der „tirolischen“ Linie bis hierher heißt „hochbajuvarisch“. Nördlich davon bis zum Flysch liegt die „tiefbajuvarische“ Masse, mit weniger mächtigen Sedimenten und starker Schuppung. Regionaler Überschiebungsbau beherrscht nach dem Verf. das ganze Gebiet, doch ist von Fernschub vorläufig abzusehen. Schubflächen sind oft nachträglich versteilt. Ein wichtiger Scherhorizont sind die Raibler. Längsschübe treten nicht stark hervor.

Lebling.

F. Hahn †: „Geologischer Überblick“ in: „Das Hochkaltergebirge“ von Zeller. (Zeitschr. d. Deutsch. u. Oesterr. Alpenver. 1914. p. 181—184. 2 Abb.)

Wird im wesentlichen in der folgenden Arbeit wiederholt.

Lebling.

F. Hahn †: Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. I. (Mitt. d. geol. Ges. Wien. 6. 1913. p. 238—357. 3 Taf. 6 Abb.)

Das Werk bildet gleichsam die Fortsetzung des vorigen, behandelt aber die gesamten Kalkalpen vom Inn bis zur Enns.

Die gesamten Nordalpen vom Inn bis zur Enns zerfallen in die Helvetisch-lepontinische Zone, die Bajuvarische Zone, die Tirolische Masse und die Juvavische Deckschollenmasse.

1. Der Flysch (Sandsteine, Konglomerate, bunte Mergel) im Liegenden, Kalkmergel im Hangenden, ist in zwei Hauptmulden gefaltet und selbständig („lepontinisch“) der helvetischen Kreide und dem Eocän aufgeschoben. Nachträgliche Verfaltung hat eine Einheit hergestellt. Jener Schub ist mindestens posteocän, diese Bewegung, welche die Molasse nicht ergreift, spätestens jungoligocän, die Überschiebung der Kalkalpen auf die Einheit nach eocän—vormiocän. [Die Anwendung des Begriffes „lepontinisch“ scheint verfänglich, da sie nur dem Gläubigen der Überfaltung aus dem Süden zukommt, der Verf. aber zu dieser Theorie keine entschiedene Stellung einnimmt. Daß der Flysch über die Kreide geschoben ist, trifft wohl weithin, aber nicht überall zu; der Verband Flysch—Nierentaler scheint meistens ursprünglich zu sein. Doch eine nur örtliche Anerkennung jener wichtigen Auffassung würde es schon erlauben, von einem Fernschub der Kalkalpen auf den Flysch abzusehen; ein Faziesgegensatz besteht nur zwischen Kalkalpen und Helvetischem, nicht zwischen Kalkalpen und Flysch; auch könnte so die Steilheit der Verbandsfläche zwischen den letzteren, wie bei den ganz ähnlichen Schuppenflächen in der Molasse, als ursprünglich betrachtet werden.]

2. Die bajuvarische Zone, zwischen Flysch im N, der Linie Kufstein—Salzburg, Grünau a. d. Alm—Reichraminger Bach im S, zerfällt in eine tiefbajuvarische Zone (N) mit stratigraphischer Verarmung (an Mächtigkeit und Mannigfaltigkeit) und leichter Diskordanz der mittleren Kreide, und eine hochbajuvarische (S) mit größerer Mächtigkeit und reicherer Schichtfolge sowie mit starker Diskordanz der mittleren Kreide — entsprechend der Algäuer und der Lechtaler Schubmasse Rothpletz', vergleichbar der Frankenfelser und Lunzer Decke Kober's. — Westlich der Salzach, in dem Dreieck Kufstein—Inzell—Nußdorf, liegen vier Hauptschuppen; die [in diesem Falle nur stratigraphische] Grenze zwischen hoch- und tiefbajuvarisch läuft in der zweiten, von N gezählt. Mit NO-Streichen am Inn einsetzend konvergieren die vier Züge gegen das Trauntal und verschwinden bei Inzell. Südlich von ihnen fehlt nach dem Verf. ein Stellvertreter des großen Hauptdolomitgebietes und der Karwendelmulde (siehe vor. Bespr.) westlich vom Inn. Statt dessen liegt hier die „tirolische“ Masse, die dann von Innzell ab auch jene vier Schollen verdrängt hat; nur nördlich des Stauffen liegen kleine bajuvarische Grundschollen. Östlich der Salzach bis zum Mondsee bildet das Tirolische die ganze Kalkzone. Dortselbst erscheint dann bajuvarisches Neocom und die diesem gleichwertige Langbathscholle. Am Traunsee (O) springt jenes nochmal bis an den Flysch vor. Von der Alm an wächst das Bajuvarische keilförmig zwischen beiden heraus, wie dort in vier Züge zerteilt; die Fazies hat sich etwas geändert, doch ist tief- von hochbajuvarisch unterscheidbar. Eigentümliche Gesteine, wie *Diphya*-Kalk und Gaultmergel, und leichte vortertiäre Störung bezeichnen jenes Gebiet. Dieses ist vortertiär heftig gestört; doch liegen mittelcretacische Gesteine unter den Schubflächen; da das Alttertiär (Reit, Inntal) quer über kräftigen Falten liegt und nur leichte Eigenfaltung erlitten hat, schließt der Verf. auf eine große paleocäne Störung [?].

3. Südlich des Bajuvarischen liegt der „tirolische Bogen“ — vom Kaisergebirg bis zum Warscheneck mit dem Scheitel an der Salzach —, den Verf. als Ausstrich einer einheitlichen, bedeutenden Schubfläche betrachtet. [Der Name „tirolisch“ scheint nicht glücklich gewählt, da er von der Landschaftsbezeichnung nicht unterschieden werden kann.] Im W versinkt nach dem Verf. die Karwendelmulde unter den Kaiser und der Vorschub ist noch gering; an der Salzach ist alles Bajuvarische verschwunden und der Vorschub ist am größten — um dann von der Alm bis zur Enns wieder geringer zu werden. Daß die Masse östlich der Salzach tirolisch ist, ergibt sich aus dem Zusammenhang der Kammerkehrkreide unter der Berchtesgadener Schubmasse hindurch mit Götschenzug und Osterhorn. aus der Analogie zwischen der Stauffen- und der Höllengebirgsüberschiebung, zwischen jener N des Sonntagshorns

und der Grünseescherfläche, endlich aus mancher stratigraphischen Beziehung zwischen beiden Gebieten. Die Schubweite an der Salzach schätzt Verf. folgendermaßen: der Jura östlich von Salzburg (tirolisch) gleicht dem der Karwendelmulde (bajuvarisch), dieser liegt nahe der Grenze zwischen tirolisch und bajuvarisch: sonach wäre das Tirolische bei Salzburg, das hier den Flysch berührt, etwa um die Breite der westlichen bajuvarischen Zone nach N geschoben, um 13—20 km. [Dieser Versuch ist sicher sehr anregend, dürfte aber doch durch eine Überlegung anderer Art gehemmt werden: wir können nicht beweisen, daß der tirolische Bogen ursprünglich ungespannt — gerade — weiter südlich gelegen hat; wenn aber der Bogen schon durch die Abreißung und nicht durch Vorschub der Mitte entstanden ist, wenn andererseits wirklich die Fazieszonen regelmäßig O—W streichend nebeneinander lägen, so kämen wir zu dem gleichen Bild, wie es uns tatsächlich vorliegt. Bespr.] Das Alter des Schubes ist nach dem Verf. paleocän [Es wäre aber auch möglich, daß eine vorsenone und eine oligocäne Bewegung erfolgt ist; das Eocän nördlich vom Kaiser wird von tirolischer Fläche geschnitten und die geringe Faltung in der jüngeren Kreide paßt nicht zu der großen tirolischen Bewegung; diese scheint im wesentlichen älter zu sein. Aber die kühne Auffassung vom tirolischen Bogen verliert nichts von ihrer Großzügigkeit.] Sehr erwünscht müssen jedem auch die zusammenfassenden Angaben über stratigraphische Verhältnisse sein, über das zwischen Wettersteinkalk und Ramsaudolomit und Reiflingerkalk, über die Mächtigkeit der Raibler, die Grenze zwischen oberbayrischer und niederösterreichischer Fazies (zwischen Atter- und Traunsee) und über die mannigfaltigen Liasgebilde.

4. Am Südrand des Tirolischen bildet die Kalksteingruppe den Übergang zwischen oberbayrischer (W) und Berchtesgadener Fazies (O). Die Trias ruht transgressiv auf der Grauwackenzone. Die Gleichwertigkeit des Kaisersüdhanges mit dem Absturz des Steinernen Meeres und Hochkönigs wird erwiesen und damit die tektonische Zerlegung dieser Massen — durch Haug — als haltlose Konstruktion erkannt. Die ladinischen Gesteine keilen hier südwärts aus, die norische Stufe verkalkt gegen SO (Übergang der Steinbergfazies in die des Hochkönigs, vergl. Säulenprofile!). Südlich vom Kaiser und sicherer vom Hochkönig und Tennengebirg beobachtet Verf. scheinbar südwärts gerichtete Schübe und vergleicht sie mit den analogen am ganzen Südrand der Kalkalpen nachgewiesenen Erscheinungen (Übersicht p. 311 ff., darin auch die „norische Linie“ Kober's). Diese Schübe sind jung. Verf. glaubt, daß es sich um Unterschiebungen handle; dies ist ein Tribut an die Lehre vom einseitigen Schub; Kossmat betrachtet umgekehrt die S—N-Schübe als Ausnahmen von der Regel. [Bespr. schließt sich weder an diese noch an jene „Richtung“ an.]

5. Zwischen diesen Rändern dehnt sich das Kerngebiet der tirolischen Masse als große Mulde, die in der Mitte oberflächlich durch die „juvavischen“ Deckschollen unterbrochen ist. Die Fazies zeigt zahlreiche Beziehungen zu der vorgelagerten Masse, so daß die tektonische nicht als Faziesgrenze gelten darf. Erwähnenswert sind besonders folgende von den Ergebnissen, die Verf. durch jahrelange mühevolle Forschung zum großen Teil selbst gewonnen hat: der karnische Horizont, in Bayern meist dreigeteilt und mächtig, verliert weiter südlich mehr oder weniger den unteren und den oberen Teil und besteht dann oft ganz aus Dolomit. *Cardita*-Schichten und Reingrabener Schiefer oder eines von beiden je mit einer Dolomitlage im Hangenden (oberer Ramsaudolomit) sind für den Südrand der Kalkalpen weithin bezeichnend. Noch südlicher liegt die Aflenzer Fazies; sie wäre, weil mit Gesteinen von Hallstätter Art verknüpft, als Tiefseegebilde anzusehen. Im Dachsteinhorizont sind Dolomit und Riffkalk Gegensätze. Rhät fehlt meist oder wird nach N oder S litoral. Auch im Lias liegt je ein Mergelstreifen nördlich und südlich des Kalks, bei aller Heteropie. Der Jura sei abyssisch, die Konglomerate seien auf untermeerische Gleitung zurückzuführen; der Kieselknollenkalk ist isopisch mit dem der anisischen, karnischen, norischen Stufe. Im Neocom ist keine Tiefenachse nachweisbar. Die Gosaukreide ist trotz ihrer Heteropie als einheitlich gebaut zu betrachten. Ebensowenig gibt es in der Natur den (von Haug) zum Zwecke der Deckenmultiplikation konstruierten Gegensatz zwischen alpinem und voralpinem Eocän. — Die große Mulde ist im W (Kaiser) einheitlich, zerlegt sich aber bald in drei kleinere Mulden, während die Gesamtbreite sich vergrößert. Aus der mittleren von jenen wird jenseits von Querbrüchen (Dürnbachhorn) die Kammerkehrmulde, die sich wieder nach O erweitert und, soweit nicht verdeckt, in kleinen Wellen und Grabenbruchsystemen (Stein. Meer) ausklingt. Das OSO-Streichen am Südrand wird von dem großen Schub aus S (SO) schon angetroffen, ist also vorsenon. Nördlich des Sonntagshorns gibt es eine Schuppungszone; am „Saalach-Westbruch“ sinkt der mittlere Muldenteil — mit einer Schubmasse darüber — tief gegen O ab. Dieser jüngere Verwurf und die Aufwölbung der Watzmann-Hochkaltergruppe sind andersartige Störungen; hierher gehört auch die große Störung südlich dieser Gruppe, die (gegen Lebling) nichts mit jener Faltung und Schiebung in N—S und ähnlichen Richtungen zu tun habe, sondern auf Querschub zurückgehe. Sonst ist das Gebirge um den Königssee einheitlich. Es setzt sich nach O fort in Tennengebirg, Dachstein, Schwarzem Berg und Gamsfeld. Der Schwarze Berg sei ein nach W herausgeschobener Teil des Rigausbergs (Osterhorn). Die Gamsfeldgruppe hat schon mannigfache Deutung erfahren; Verf. glaubt, daß sie in der Tertiärzeit ein wenig auf die in der

Kreidezeit vorgeglittenen Hallstätter Kalke nach N hinaufgerückt sei (ähnlich NOWAK). Die Hallstätter Kalke des Salzbergs bilden kein Fenster (HAUG!), sondern eine Deckscholle [!]. Die Deckschollen (?) von Mitterndorf scheinen — wie der Salzberg — in einer Mulde, zwischen Totengebirg und Sarstein—Grimming, zu liegen. Das Totengebirg scheint nur örtlich überschoben zu sein; in der Breite des Almsees zieht eine „Anfbruchszone", nördlich davon die Kasbergüberfalte; im O Flexur gegen das Warscheneck. Letzteres hat die Fazies des Totengebirgs, wie das Sengsengebirg die des Kasbergs; diese ist die oberbayrische Fazies des „tirolischen" Nordrandes, jene ein Mittelding zwischen dieser nnd der Berchtesgadener, die hier weit nach N dringt; die Hallstätter liegt weiter südlich.

II. (Mitt. d. geol. Ges. Wien. 6. 1913. p. 374—501. 4 Taf.)

6. Der j n v a v i s c h e Einschub. „Jnvavisch" heißt die in der K r e i d e z e i t ü b e r d a s T i r o l i s c h e g e f ö r d e r t e M a s s e. Der westlichste Teil ist die „Reiteralpdecke", bisher Berchtesgadener Schubmasse genannt. Sie bekundet ihre Eigenart durch Führung von Hallstätter Gesteinen, ladinische Schichtlücke, lückenhafte Jurafolge, eigenartigen Dachsteinkalk. Ans der stratigraphischen Beschreibnng, die das Tiefste, Vollständigste nnd Genaueste darstellt, was je in einem Gebiet von ähnlicher Größe von einem einzigen geleistet worden ist, soll folgendes heransgegriffen sein. Der Reichenhaller Kalk, nach ROTHPLETZ-KRAUSS doch wahrscheinlich skythisch, gehört zur Vorzone, der Werfener Kalk zur echten Berchtesgadener Fazies. Die Schwankung der Mächtigkeit im aniso-ladinischen Stockwerk (Auskeilen gegen die Vorzone) beruht nicht anf einer Lücke über dem Skythischen, anch nicht auf einer Ersetzung mächtigen Sediments durch ein bathyales von geringerer Dicke, sondern auf einer Lückenbildung im Ladinischen, wie am Südrand der Kalkalpen. Die karnische Stufe ist beständig; der obere Ramsandolomit gehört zu ihr; bei Reichenhall stehen Raibler mit Hallstättern in Verzahnung. Der Dachsteinkalk ist weiß, rötlich, bräunlich, in Stöcken dolomitisch, mitunter mit Hallstätter Fossilien versehen und mit Hallstätter Gesteinen verknüpft; letztere gelten, obwohl ammonitenleer, als Sedimente aus Tiefenrinnen. Rhät mag stellenweise im Dachsteinkalk vertreten sein, doch liegt Lias β diskordant. Letzterer ist gleichartig mit dem des Steinernen Meeres. Es folgt Korallentithon, hierauf die jüngere Kreide, die, wie das Eocän, sich nicht wesentlich von der der Nachbarschaft unterscheidet; dagegen scheint, innerhalb der Masse, eine O—W laufende Linie ein Gebiet früherer von einem späterer Transgression zu trennen. [? Bespr.] Es folgt die tektonische Besprechnng der durch Gleitung aus SO hergestellten Schubfläche und von deren Umgestaltung durch Fal-

tung, Verwerfung (Saalachtal) und Querstau. Das Ergebnis ist die Lage der Deckschollenmasse in einer O, W und S aufgebogenen Wanne. Steile Schubflächen trennen Mittelteil und Hallstätter Vorzone. [Statt „Reiteralpdecke bliebe wohl besser der alte Name, da solche „pars pro toto"-Namengebung, wie im Falle des „Cretacic", „Cambric" der Amerikaner und ähnlicher Begriffe, gewaltige Verwirrung zu erzeugen vermag.] Der Göll mit den alttriadischen Schollenstreifen südlich davon ist in jüngerer Zeit nach W, früher schon mit den juvavischen Schollen nach N geschoben worden. [Jene Schollenstreifen gehören nicht zum Göll, sondern ziehen selbständig nach W fort. Bespr.] Die „Lammermasse" begreift nach dem Verf. lediglich die Hallstätter und untertriadischen Schollen von Golling—Abtenau in sich. Östlich des Tennengebirgs treffen diese mit den gleichartigen vom Südrand des Gebirgs zusammen, und zwar lägen die Deckschollen des Nordrands über den Schuppen des Südrands, während das Tennengebirg sich zwischen die beiden einschöbe; hier ist noch vieles unklar. — Auch die Stellung des Buchbergriedel—Donnerkogelzuges ist zweideutig; wahrscheinlich gehört er zur juvavischen Masse. Dies gilt bestimmt von den Schollen auf dem Hallstätter Salzberg; hier zeigt sich übrigens dieselbe Verzahnung zwischen Hallstätter und Berchtesgadener Fazies, wie im W an der Reiteralp. — Losgelöst von diesen zusammenhängenden Massen liegt die Hallstätter Zone Ischl—Goisern—Aussee; doch sind bei Goisern—Aussee Übergänge in Dachsteinkalk und Zlambachschichten nachweisbar. Die Gamsfeld—Sarsteinmasse ist nachträglich den juvavischen Gesteinen aufgeschoben. Ähnlich wie letztere liegen die Klippen von Mitterndorf—Bosruck; doch schießt das Tirolische nach N unter sie ein, und die Nordgrenze der Klippen ist noch nicht bestimmt. Weiter würden Bosruck, Pyrgas, Grebnerstein nach ihrer Fazies zur juvavischen Masse gehören. Die Gesäuseberge setzen den Grimming—Dachstein (tirolisch) fort und nähern sich gegen S der Aflenzer Lückenfazies. Die Haller Mauern stehen zwischen den letzteren Gruppen und man findet hier so wenig wie weiter östlich eine gleichaltrige Fortsetzung der juvavischen Schubfläche (weiter nördlich verschmilzt auch das Bajuvarische mit dem Tirolischen).

7. Woher kommt die juvavische Deckschollenmasse? Verf. antwortet: vom Südrand der Kalkzone her, wo in der Aflenzer Fazies eine ebensolche Lücke im Ladinischen und ebensolche Hallstätter Gesteine vorkommen, wie in der juvavischen Masse. Südlich vom Salzachdurchbruch bestehe eine Dissonanz zwischen Kalkalpen und Vorland, die durch Rückeinschiebung der juvavischen Masse entfernt würde. Die juvavische Masse sei durch Gleitung nach N gelangt; sie habe den Zusammenhang zwischen Deckschollen und Wurzel gelöst. Die Rutschungsweite beziffere sich auf etwa 40 km. Nach der Rutschung sei Unterschiebung des

südlichen Vorlands unter die Kalkzone erfolgt. Hatte LEBLING am Südrande der Kalkzone litorale Einflüsse zu erkennen geglaubt, so muß Verf. auf Grund seiner Verknüpfung von Hallstätter und Aflenzer Fazies den bathyalen Charakter jener auch auf diese übertragen; damit treffen Lückenhaftigkeit und bathyaler Charakter an beiden Serien zusammen, und hier wie dort könnte nur Grundströmung den Schichtenausfall bewirkt haben. Nun hat LACHMANN, ausgehend von dem regelmäßigen Zusammensein von Hallstätter und Salzgebirge die Hallstätter als über Salzekzemen transgredierend erklärt. Dabei wird aber das Fehlen der ladinischen Stufe, als Anlaß zum Aufsteigen des Salzes, vorausgesetzt, und dies muß nach Verf. durch die Strömungshypothese erklärt werden; außerdem wäre nachträgliche vorkarnische Versenkung erforderlich, weil die Hallstätter Gesteine bathyal seien. Wahrscheinlicher klingt — da die Lokalisation der Strömungen unerklärbar ist —, daß die Hallstätter auf stehengebliebenen, niederschlagsarmen, durch Salz sich hebenden „Sattelgraten“ entstanden sind, doch ebenfalls nach einer allgemeinen Absenkung. [Man möchte dem Verf. entgegnen, daß, entfiele die Annahme von dem bathyalen Charakter der Hallstätter, eine ganze Reihe von Problemen gleichfalls entfallen würden, so besonders jenes, daß am Südrand der Kalkzone eine Tiefenzone der Trias läge, für die keine Südgrenze erweisbar und in deren Verlängerung das Übergreifen von Werfener Sandstein, Ramsaudolomit und Raiblern auf die Grauwacken festzustellen ist. In welchem Maße ferner die Einseitigkeit der Schübe, die Gleitungstheorie und die große Schubweite begründbar sind, darüber muß weitere Kartierung Aufschluß geben. Jedenfalls aber hat der Verf. auf die sämtlichen Probleme seines großen und großartigen Arbeitsgebietes hier hingewiesen und hat die meisten von diesen aufs gründlichste gelöst.]

8. Die jüngere O—W gerichtete Bewegung wird an der Linie Lofer—Reichenhall, sowie der Linie Hirschbichl—Hundstod—Golling nachgewiesen. Es gibt weder Faziesdecken noch Reihentröge, es gibt w e d e r E i n h e i t d e r Z e i t noch E i n h e i t d e r R i c h t u n g f ü r d i e a l p i n e n S c h ü b e, so sehr sich auch die Lehre vom tangentialen Schub durchgesetzt hat. So schließt Verf. diese seine letzte und größte Arbeit. Als Denkmal deutschen Fleißes und deutscher Gründlichkeit wird sie bleiben, wird für Jahrzehnte jedem dienen und jeden zum Geisteskampf stellen, der ihre Wege betritt.

Lebling.

Miscellanea.

Programme du prix Vallauri pour les années 1915—1918. L'Académie Royale des Sciences de Turin, d'après le testament de son associé, M[r] le Sénateur Thomas Vallauri, décernera un prix au savant italien ou étranger, qui du 1[er] janvier 1915 au 31 décembre 1918 aura publié *l'ouvrage le plus considérable et le plus célèbre dans le domaine des sciences physiques*, ce mot pris dans sa plus large acception.

Ce prix sera de **vingt-six mille** francs.

Le prix sera conféré une année après son échéance.

Il ne pourra être attribué aux membres italiens, résidants ou non résidants, de l'Académie.

L'Académie ne rendra pas les ouvrages qui lui auront été adressés.

On ne tiendra aucun compte de travaux manuscrits.

30 janvier, 1915.

Le Président de l'Académie
Paolo Boselli.

Le Secrétaire de la Classe de Sciences physiques, mathém. et naturelles
Corrado Segre.

Le Secrétaire de la Classe des Sciences morales, hist. et philologiques
Ettore Stampini.

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Dr. **Walther Klien**, 1. Assistent am geologischen Institut und der Kgl. Bernsteinsammlung zu Königsberg, fiel am 21. Februar als Leutnant d. Res. und Kompagnieführer in Polen. Er war sechs Jahre hindurch Assistent bei Professor Tornquist und hat sich um die Neuaufstellung der Königsberger Bernsteinsammlung und in den letzten Jahren vor allem um die Auswertung der Registrierungen der dem Königsberger geolog. Institut angegliederten Hauptstation für Erdbebenforschung Gr. Raum verdient gemacht. Ein hinterlassenes Manuskript über die Zweischaler der Binnenmeertrias des westlichen Mittelmeeres wird demnächst im Druck erscheinen.

Gestorben: Am 21. Februar 1915 starb nach ganz kurzer Krankheit in Rom Dr. **Johannes Strüver**, Professor der Mineralogie an der dortigen Universität und Direktor des mineralogischen Institutes daselbst, einer der hervorragendsten Mineralogen unserer Zeit.

Habilitiert: Dr. **E. Haarmann** als Privatdozent für Geologie und Paläontologie an der Universität Berlin. — Dr. **O. E. Meyer** als Privatdozent für Geologie und Paläontologie an der Universität Breslau.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über das Mischungsgesetz der alkalifreien Aluminiumaugite.

Von **G. Tschermak.**

Bei einer Diskussion über dieses Thema haben sich Schwierigkeiten der Verständigung in terminologischer und begrifflicher Beziehung bemerklich gemacht. Das Folgende ist ein Versuch, die Frage aufzuklären und die bestehenden Widersprüche zu beseitigen.

In einer Abhandlung über diesen Gegenstand wurde von mir gesagt[1], daß die Verbindung $Si_2 Ca Mg O_6$ (Di) die Grundlage der chemischen Zusammensetzung dieser Augite bilde und daß der Annahme einer isomorphen Beimischung der Verbindung $Si_2 Mg_2 O_6$ (En), ferner der Verbindungen $Si Mg Al_2 O_6$ (Ts) und $Si Ca Al_2 O_6$ (Tc) volle Berechtigung zukomme. Dem wurde beigefügt, daß jedoch die Existenz dieser Verbindungen weder durch Rechnung noch durch eine räumliche Darstellung bewiesen oder widerlegt werden könne.

In einer Notiz, die vor kurzem erschien[2], gibt Boeke an, er habe nachgewiesen, daß die Auffassung dieser Augite als Mischkristalle verschiedener willkürlich gewählter Silikate, wie die vorhergenannten, nicht genügend begründet sei, ferner, daß die Annahme bestimmter Silikate als Augitkomponenten nach unseren bisherigen Kenntnissen keine Berechtigung besitze.

Da die beiden Äußerungen einander zu widersprechen scheinen, so wäre es möglich, daß hier ein Wortstreit vorliegt, der von der Mehrdeutigkeit der gebrauchten Ausdrücke herrührt.

Bezüglich des Ausdruckes Annahme geht meine Ansicht dahin, daß in einem Falle, wie im vorliegenden, eine Annahme durch Größen (nicht durch Worte) darstellbar sein müsse, im übrigen jedoch vorerst keines Beweises, keiner Begründung bedürfe und ihr kein Eintrag geschehe, wenn sie von einer Seite als alt, willkürlich gewählt und als eine Spekulation bezeichnet wird. Sie soll erst begründet werden durch den Nachweis, daß die vorhandenen und die noch hinzukommenden Tatsachen mit ihr übereinstimmen. Sie ist eine Arbeitshypothese, die zur Ausführung neuer Beobachtungen anregt und die Aufstellung des entsprechenden empirischen Gesetzes einleitet. Daß bei der von mir herrührenden

[1] Tschermak's min. u. petr. Mitt. her. v. Becke. 32. 1913. p. 520.
[2] Dies. Centralbl. 1915. p. 1.

Annahme Di und Ts die nötige Vorsicht gebraucht wurde, zeigt der Text meiner Abhandlung über Pyroxen und Amphibol[1].

Inwiefern sich eine Übereinstimmung der Analysen mit obigen Annahmen ergeben hat, wird später angezeigt.

Zuvor möge die Bedeutung des Ausdruckes Berechtigung bezüglich der Annahme bestimmter Silikate an zwei Beispielen erläutert werden.

Die Analysen homogener Orthoklaskristalle haben Resultate geliefert, die in dem Ausdruck $Si_3 Al K O_8 . n Si_3 Al Na O_8$ zusammengefaßt werden, in dem n, wie es scheint, höchstens den Wert 1 erreicht und der abkürzungsweise $Or Ab_n$ geschrieben werden kann. Dieser ist das wohlbegründete empirische Gesetz der Orthoklasmischung. Da die zuverlässigen Analysen mit den daraus abgeleiteten Zahlen übereinstimmen, so kann man sagen, daß die Annahmen Or und Ab berechtigt seien.

Wenn dieses Gesetz in Worten ausgedrückt werden soll, begegnet man großen Schwierigkeiten. Mischung von Orthoklas und Albit sagt zu viel, denn es läßt sich nicht beweisen, daß in dem Mischkristall tatsächlich beide als solche vorhanden sind, um so mehr, als damit dem Albit eine monokline Form zugeschrieben wird, während bisher ein monokliner Albit noch nicht künstlich dargestellt wurde. Auch die Anwendung der Ausdrücke Adularsubstanz und Albitsubstanz hat ihr Mißliches, denn die Substanz des Albits kann eine andere sein, als die entsprechende in der Mischung, erstere z. B. eine Molekularverbindung $Si O_2 + Si_2 Al Na O_6$, letztere $Si_2 O_4 + Si Al Na O_4$. Außerdem kann die Meinung auftreten, daß gar keine Alumosilikate anzunehmen seien und eine Gruppierung $Si_3 O_6 + Al Na O_2$ die wahrscheinlichere sei usw. Die bisherige Unsicherheit bezüglich der Bindung führt zu dem Extrem, überhaupt nur die einfachen Stoffe als Komponenten anzunehmen und für jenes empirische Gesetz den Ausdruck $Si_{3+3v} Al_{1+v} K Na_v O_{8+8v}$ zu wählen.

Dementsprechend könnte gesagt werden, die Auffassung der homogenen Orthoklase als Mischungen der beiden Verbindungen Orthoklas und Albit sei zurzeit noch nicht berechtigt. Trotzdem dürfte die alte Bezeichnung $Or . Ab_n$ für das empirische Gesetz der Mischung nicht aufgegeben werden, weil jeder Fachmann weiß, daß damit nur die Zahlenverhältnisse der Analysen gemeint sind.

Die Analysen der homogenen Plagioklase können durch den Ausdruck $x Si_3 Al Na O_8 . y Si_2 Al_2 Ca O_8 . z Si_3 Al K O_8$ zusammengefaßt werden, der als das empirische Gesetz der Plagioklasmischung sich darstellt und abkürzungsweise durch $Ab_x An_y Or_z$ ersetzt werden kann, wo z immer einen relativ kleinen Wert besitzt. Ob auch

[1] Mineralog. Mitt. ges. v. Tschermak. 1871. p. 30—32.

ein viertes Glied in die Formel aufzunehmen sei, erscheint zurzeit noch fraglich. Die Annahme der genannten drei Verbindungen erscheint berechtigt, weil die Zahlen der zuverlässigen Analysen sich daraus ableiten lassen.

Die Übersetzung dieser Zeichensprache in die Wortsprache dadurch, daß die Plagioklase als Mischungen von Albit, Anorthit und Adular bezeichnet werden, ist unvollkommen, um so mehr, als Or in der Plagioklasform nicht bekannt ist. Aber auch die Gliederung des empirischen Gesetzes in bestimmte Silikate kann angefochten werden, weil ein Beweis dafür, daß diese in der Mischung wirklich existieren, bisher nicht geführt ist. Demzufolge könnte man sagen, daß die Auffassung der Plagioklase als isomorphe Mischungen von Albit-, Anorthit- und Adularsubstanz zurzeit noch nicht berechtigt sei. Trotzdem empfiehlt es sich, bei der Bezeichnung $Ab_x An_y Or_z$ zu bleiben und die Worte Mischung von Albit und Anorthit zu gebrauchen, weil es praktisch oder, wie Boeke sagt, zweckmäßig ist.

Diese Beispiele zeigen, daß der Ausdruck berechtigt sich in dem einen Falle auf die zahlenmäßige Übereinstimmung der Annahmen mit der Beobachtung, in dem anderen auf die wörtliche Deutung bezieht.

Das Verhältnis der einfachen Stoffe in den alkalifreien Aluminiumaugiten wird nach der üblichen Zusammenfassung der unter Al_2O_3 und MgO verstandenen Oxyde allgemein durch $Si_p Ca_q Mg_r Al_{2s}$ ausgedrückt, wo der Sauerstoff weggelassen ist. Nach den schon früher genannten vier Annahmen wäre die Zusammensetzung der hierhergehörigen Augite angegeben durch $x\,Si_2CaMg\,.\,y\,Si_2Mg_2\,.$ $z\,SiMgAl_2\,.\,v\,SiCaAl_2$, und es wäre $p = 2x + 2y + z + v$, $q = x + v$, $r = x + 2y + z$, $2s = z + v$. Daraus folgt $p = q + r$ und keine weitere Beziehung. Das entsprechende Mischungsgesetz wäre demnach

$$Si_{q+r} Ca_q Mg_r Al_{2s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{I.}$$

wo $2s$ immer den geringsten Wert besitzt. Darin sind alle vier Annahmen enthalten. Diese geben bloß eine Erläuterung des empirischen Gesetzes. Dasselbe weist nur drei Größen: q, r, s auf, obwohl vier Annahmen gemacht wurden, demzufolge reicht man bei der Berechnung der Analysen immer mit dreien derselben aus. Ich habe an dem Beispiele einer Analyse von Clarke gezeigt, daß dieselbe sich ebensogut nach der ersten, dritten und vierten, als nach der ersten, zweiten und vierten berechnen lasse und hinzugefügt, daß die Gegenwart des einen oder des anderen Alumosilikates sich rechnerisch weder beweisen noch widerlegen lasse. Damit ist hinreichend angedeutet, daß durch die Aufstellung der genannten Annahmen das Vorhandensein dieser Silikate in der Mischung nicht behauptet wird.

In der Formel I ist der Wert 2 s von den übrigen unabhängig und die Werte q und r sind voneinander unabhängig, daher man die Annahme von Alumosilikaten ganz ausschalten und für I schreiben kann

$$q\,(Si\,Ca)\,.\,r\,(Si\,Mg)\;2\,s\,(Al) \qquad \text{II.}$$

Demnach kann die Berechnung der Analyse auch auf Grund der drei Annahmen $Si\,Ca\,O_3$, $Si\,Mg\,O_3$ und $Al_2\,O_3$ als Komponenten geführt werden, was dem Vorschlage RAMMELSBERG's entspricht. Derselbe fand wegen der Ungleichartigkeit der Komponenten — einerseits Silikate, anderseits ein Oxyd — keinen Eingang.

Man kann auch hier allen Annahmen bestimmter Verbindungen ausweichen, wenn man bloß die Oxyde oder die Elemente als Komponenten betrachtet. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung ist aber zurzeit ebensowenig zu erbringen, als für die Richtigkeit der zuerst genannten Annahmen, daher diesen einen Mangel an Berechtigung zuzuschreiben mindestens verfrüht erscheinen dürfte. Die Berufung auf einen vieldeutigen Ausdruck wie feste Lösung oder darauf, daß jene Verbindungen künstlich nicht dargestellt seien, vermag m. E. noch keine Entscheidung herbeizuführen.

Nunmehr steht noch in Frage, ob das Gesetz, welches die zuerst genannten vier Annahmen enthält, als das empirische Gesetz bezüglich der hierhergehörigen Augite zu gelten habe, ob also jene Annahmen durch die Analysen begründet erscheint. Eine größere Anzahl von Analysen, an reinem und verschieden zusammengesetztem Material von einem geübten Analytiker ausgeführt, könnte die Entscheidung bringen.

Von den bisher bekannten Resultaten dürften die von ROSENBUSCH publizierten, die wahrscheinlich in DITTRICH's Laboratorium zu Heidelberg erhalten wurden, als solche zu betrachten sein, die in neuerer Zeit nach erprobten Methoden gewonnen sind. Von diesen 18 Analysen sind 8 auszuscheiden, die über 1 % Alkalien angeben, ferner eine, deren Analysensumme 102 übersteigt und eine mit fehlerhafter Summe. Die restlichen 8 ergeben nach der Berechnung von BOEKE[1] in Molekularperzenten im Mittel:

p	q	r	s	p	q + r	Δ
48,05	23,33	25,01	3,61	48,05	48,34	— 0,29

Diese Zahlen können als eine genügende Bestätigung der Regel $p = q + r$ gelten.

Werden die von mir als einigermaßen zuverlässig betrachteten 54 Analysen, deren Ergebnisse ich in meiner Abhandlung zu einer Projektion benutzte, bei deren Auswahl jedoch das subjektive

[1] Zeitschr. f. Kristallogr. 1914. 53. p. 445.

Moment nicht ausgeschaltet ist, der Berechnung unterzogen, so ergibt sich im Mittel:

48,26 21,99 26,08 3,67 48,26 48,07 +0,19

Hier zeigt sich, daß von den in Betracht genommenen 109 Analysen die Hälfte Durchschnittszahlen liefert, welche der Regel $p = q + r$ vollkommen entsprechen.

Entschließt man sich, die von Boeke versuchte statistische Methode anzuwenden, indem alle hierhergehörigen Analysen, ohne Rücksicht auf deren Qualität, in Rechnung genommen werden, in der Erwartung, daß bei einer großen Zahl von Beobachtungen sehr ungleichen Gewichtes die Fehler sich ausgleichen, so bleiben von den von Boeke aufgezählten und berechneten 163 Analysen nach Ausscheiden von 52, die über 1 % Alkalien angeben, also nicht zu den alkalifreien Augiten gezählt werden dürfen, ferner von zweien wegen bedenklicher Analysensumme, noch 109, deren Mittel die folgenden Zahlen ergibt:

48.42 21,70 25,89 3.99 48,42 47,59 +0,83

Auch hier ist die Übereinstimmung mit der Regel $p = q + r$ zu erkennen, doch erscheint die Differenz $\Delta = 0{,}83$, welche einen Überschuß des Siliciumdioxyds angibt, größer als in den vorigen Fällen. Dazu ist folgendes zu bemerken: Von den 109 Analysen gibt ein Drittel Alkalien unter 1,0 % an, die übrigen zwei Drittel enthalten keine Angabe von solchen, was aber nicht immer die Abwesenheit, sondern in der Mehrzahl der Fälle nur die Unterlassung der Bestimmung der Alkalien bedeutet. Nach meiner Überzeugung ist kein im Magma ausgeschiedener Aluminiumaugit ganz frei von diesen Stoffen. Demnach ist es wahrscheinlich, daß auch in den letzteren Augiten mindestens eine kleine Menge davon enthalten war.

Angenommen ein alkalifreier Augit, eisenfrei gedacht, ergäbe in Molekularperzenten:

48 22 26 4 also $p = q + r = 48$. $\Delta = 0$

Ein zweiter enthalte bei übrigens gleicher Zusammensetzung noch 0,49 Gewichtsperzente Natron, so würde in diesem auch der Siliciumgehalt größer sein, gemäß der sehr wahrscheinlichen Annahme einer Beimischung von Ägirinsilikat Si_2AlNaO_6, wonach obiger Natrongehalt ein Plus von 0,95 Siliciumdioxyd herbeiführt. Dieser Aluminiumaugit ergäbe die Molekularperzente:

48,46 21,81 25,77 3,96 48,46 47,58 +0.88

Abgesehen von der Erhöhung der Differenz Δ durch Vernachlässigung des Alkaligehaltes ist bei älteren Analysen der Fall möglich, daß infolge ungenauer Trennung von Al und Mg die

Zahl für Magnesia etwas zu klein ausgefallen ist, was wiederum erhöhend auf Δ wirkt. Für einen Minderbetrag an Magnesia von 0,4 Gewichtsperzenten berechnet sich bei den obigen Voraussetzungen die Zunahme von Δ zu 0,55 Molekularperzenten.

Anstatt des statistischen Verfahrens wäre die Berechnung der einzelnen Analysen wünschenswert, die nach Prüfung derselben auf ihre Genauigkeit vorzunehmen wäre. Letzteres begegnet aber solchen Schwierigkeiten z. T. persönlicher Art, daß dieselbe kaum durchführbar erscheint. Als Ergebnis obiger Berechnungen darf man wohl aussprechen, daß die vorhandenen Beobachtungen im ganzen dem empirischen Gesetze $Si_{q+r}Ca_qMg_rAl_{2s}$ bei Minimalwert von 2 s entsprechen, also die darin enthaltenen vier Annahmen so gut, als es jetzt möglich, begründet sind.

Dem steht die eingangs erwähnte Behauptung Boeke's gegenüber, er habe nachgewiesen, daß die Auffassung jener Augite als Mischkristalle der genannten vier Silikate nicht genügend begründet sei.

Der Ausdruck nicht genügend hat eine größtenteils subjektive Bedeutung und entzieht sich der Diskussion. Der Ausdruck nachgewiesen wie das Folgende nehmen Bezug auf jene von Boeke erfundene räumliche Konstruktion, in der jede Analyse durch die Lage eines Punktes ausgedrückt wird (l. c.). Diese Punkte projizieren sich auf drei zueinander senkrechten Ebenen, auf welchen die Koordinaten x und y für jeden Projektionspunkt (Analysenpunkt) aus je zwei Differenzen von p, q, r, s berechnet, eingetragen werden. So ergeben sich auch für die vier angenommenen Silikate die entsprechenden Projektionspunkte Di, En, Ts, Tc. Linien, die zwischen Di und den drei übrigen gezogen werden. z. B. Di—Ts, geben die Richtung oder besser den Streifen an, in welchem sich jene Analysen projizieren, die nur zwei der Komponenten aufweisen. Die Analysen mit drei Komponenten projizieren sich in Zwischenlagen zwischen jenen Streifen.

Die erhaltenen Projektionsbilder zeigen ein Zusammendrängen vieler Analysenpunkte um den Punkt Di, was dem Vorherrschen des Diopsidsilikates entspricht, ferner geben sie Lagen in jenen drei Streifen oder Zwischenlagen an, was auf die Gegenwart von zwei oder drei Komponenten hinweist. Dies alles war aber durch die Berechnung der Analysen schon bekannt.

Bei der von Boeke vorgenommenen Deutung der Bilder wurde der Streifen Di—Tc nicht berücksichtigt, wodurch eine von den übrigen untrennbare, in dem empirischen Mischungsgesetz enthaltene Annahme ausfiel, außerdem wurde die Bedeutung der Zwischenlagen nicht gewürdigt. Als Ergebnis der Deutung wurde ausgesprochen, daß „die Wahl des Silikates Ts als Augitkomponente, abgesehen von der unzureichenden Begründung, als eine nicht glückliche bezeichnet werden müsse“.

In meiner Entgegnung wies ich auf die vorerwähnten Mängel der Deutung hin und zeigte an einer Projektion als Beispiel, daß eine Anzahl von Analysenpunkten jenen vier Annahmen günstig gelegen sei, aber die Projektionen wegen der vielen in Zwischenlagen vorkommenden Analysenpunkte für eine richtige Deutung sich weniger brauchbar erweisen als die Rechnung.

Bei dieser Folge der Diskussion ist die vorgenannte Äußerung, Boeke habe nachgewiesen, daß alle vier Annahmen nicht genügend begründet seien, schwer verständlich. Jene Abhandlung Boeke's beschränkte sich auf Äußerungen, die gegen die eine Annahme Ts gerichtet waren, und es wurde dort keineswegs nachgewiesen, daß alle vier, demnach das empirische Mischungsgesetz der genügenden Begründung entbehre. Nach meiner Vermutung beziehen sich aber jene Worte darauf, daß schon aus den Projektionen der Analysen ohne Erläuterung eine Berechtigung der einzelnen der vier Annahmen nicht zu erkennen war, und dies stimmt mit dem zuvor Gesagten überein.

Als meine Ansicht über Deutungen der Projektionen wurde ausgesprochen, daß hier, wo nur Zahlenverhältnisse in Betracht kommen, eine wenn auch sinnreiche Konstruktion nichts anderes ergeben könne als die Rechnung. Endlich wurde angeführt, daß schon die Berechnung der Koordinaten für die Projektionen Boeke's ähnlich wie die Berechnung isomorpher Mischungen erfolge, also von der gleichen Voraussetzung ausgehe, nämlich von der Annahme chemischer Verbindungen als Komponenten. Dies wurde von Boeke als mißverständlich bezeichnet, weil erstere Berechnung lediglich eine geometrische Operation sei, die mit der Annahme chemischer Verbindungen nichts zu tun habe.

Zur Erläuterung meiner Ansicht möge folgendes dienen: Wenn das Ergebnis einer hierhergehörigen Analyse dem genannten empirischen Gesetz entspricht, so ergibt dieselbe das Verhältnis $Si_{q+r}Ca_qMg_rAl_{2s}$. Die bezüglichen Beträge der von Boeke berechneten sechs Koordinaten sind nach Weglassung des gem. Faktors $\frac{1}{2}$:

$$x_1 = r \qquad x_2 = q + r - s \qquad x_3 = q$$
$$y_1 = s - r \qquad y_2 = q - r \qquad y_3 = q - s$$

Bei der Berechnung der Analyse möge zuerst Tc abgesondert werden, wobei, wie in den folgenden Fällen, die Voraussetzung stattfindet, daß diese Verbindung als eine der Komponenten zu betrachten sei. Dann wird von dem Verhältnis $q + r : q : r : 2s$ zuerst $s(SiCaAl_2)$ abgenommen und es bleiben die Reste:

$$q + r - s : q - s : r : 0,$$

welche den Koordinaten x_2, y_3, x_1 entsprechen. Wird hierauf die

Komponente Diopsid mit (q—s) (Si_2CaMg) in Abzug gebracht, so ergeben sich die Reste:

$$-q+r+s:0:-q+r+s:0,$$

die zu der Komponente En führen.

Beginnt die Berechnung mit dem Abheben von Ts, also von s ($SiMgAl_2$), so sind die Reste:

$$q+r-s:q:r-s:0,$$

welche den Koordinaten x_2, x_3 und $-y_1$ entsprechen. Nach Abzug von Diopsid mit q (Si_2CaMg) bleiben die Reste:

$$-q+r-s:0:-q+r-s:0$$

für die Komponente En. Die beiden letzten Reste zusammen ergeben das Doppelte von $-y_2$.

Somit kommen bei der Berechnung, die unter der Voraussetzung einer isomorphen Mischung bestimmter Verbindungen stattfindet, die Beträge aller sechs Koordinaten vor und es zeigt sich die Ähnlichkeit beider Arten der Berechnung.

Zuletzt will ich noch darauf hinweisen, daß bei der Deutung der Projektionen die Lage bestimmter Analysenpunkte als Ausdruck von Verbindungen wie Di, En, und Verbindungslinien solcher Punkte als Orte von Mischungen solcher Verbindungen betrachtet wurden. Damit gewinnen m. E. auch die zur Berechnung der Koordinaten dienenden Verhältniszahlen eine chemische Bedeutung.

Wenn ich als Endresultat der vorigen Erörterungen angebe, daß das empirische Mischungsgesetz der alkalifreien Aluminiumaugite so gut als es jetzt möglich begründet sei und daß die Erläuterung desselben durch die Annahme von vier Verbindungen so lange eine Berechtigung besitze, als ein Gegenbeweis nicht erbracht wurde, so möge dies nicht so gedeutet werden, als ob ich letztere Auffassung als die einzig richtige betrachte. Ich halte es vielmehr für möglich, daß die einfachere Annahme von drei Komponenten $SiCaO_3$, $SiMgO_3$, Al_2O_3, wenn diese unter einen neuen Gesichtspunkt gestellt wird, die Oberhand gewinnt.

Es kann auffällig erscheinen, daß in der Abhandlung Boeke's, wie auch in dessen letzter Notiz, immer nur die von mir herrührenden Annahmen angefochten werden, die von anderen Forschern aufgestellten unbehelligt bleiben. Dies birgt jedoch, wie ich schon früher bemerkte und wie mir der Autor brieflich bestätigte, keine persönliche Spitze, ist vielmehr, wie aus der letzten Publikation erkennbar, nur durch die „Beliebtheit“ und den „Erfolg“ der ersteren Annahmen hervorgerufen.

Optisches Drehungsvermögen von Lithiumsulfat—Monohydrat.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Mit 5 Textfiguren.

Einleitung.

Optisches Drehungsvermögen in Verbindung mit natürlicher Zweiachsigkeit ist bisher nur an rhombisch-hemiedrischen und an monoklin-hemimorphen Kristallarten beobachtet worden; während sich unter den ersteren auch solche mit inaktiven Lösungen befinden, wie z. B. Bittersalz, sind die monoklinen Vertreter, nämlich Rohrzucker, Weinsäure und Isodulzit, sämtlich durch asymmetrische C-Atome ausgezeichnet. In dem Vorhandensein solcher Atome könnte man eine notwendige Bedingung für Aktivität monoklin-hemimorpher Körper um so mehr vermuten, als zwar 3 Raumgruppen, aber keine homogenen Punktsysteme existieren, die der monoklinen Hemimorphie isomorph[1] sind. Eine optische Untersuchung des dieser Symmetrieklasse bestimmt angehörenden $Li_2SO_4 . H_2O$ schien daher von Interesse.

H. C. Pocklington[2] sowie H. Dufet[3] haben bisher folgende Drehungswinkel 1 mm dicker zweiachsiger Platten im Na-Licht ermittelt: Isodulzit (monokl.) — $12^0 54'$ bezw. — $5^0 24'$, Rechtsweinsäure (monokl.) — $11^0 24'$, Rohrzucker (monokl.) + $6^0 24'$ bezw. — $2^0 12'$, $NaH_2PO_4 . 2H_2O$ (rhomb.) $4^0 27'$, d-Methyl-α-Glukosid (rhomb.) + $4^0 24'$, Bittersalz (rhomb.) $2^0 36'$, d-NH_4-Seignettesalz (rhomb.) — $1^0 33'$, d-K-Seignettesalz (rhomb.) + $1^0 12'$ (Pocklington) und + $1^0 21'$ (Dufet).

In Zukunft dürften auch die Kristallarten der von A. Werner[4] durch Aufspaltung anorganischer Komplexverbindungen von Co, Fe, Cr, Rh gewonnenen Antipoden optisch untersucht werden, soweit die Autorazemisierung ihrer aktiven Lösungen nicht der Kristallisation allzusehr vorauseilt.

Die oben nach abnehmender Größe geordneten Drehungen sind sämtlich viel geringer als diejenige des Quarzes. Da überdies die innere konische Refraktion der Zweiachsigen die Beobachtung schwieriger und die Messung viel ungenauer macht, so ist eine minimale Plattendicke von mehreren Millimetern erforderlich. Weil schließlich $Li_2SO_4 . H_2O$ unter gewöhnlichen Umständen in sehr dünnen Tafeln // $\{\bar{1}01\}$ kristallisiert, so mußten zunächst zur Erzielung dickerer Kristalle besonders günstige Bedingungen geschaffen werden.

---

[1] A. Schoenflies, Kristallsysteme und Kristallstruktur. p. 364. 1891.

[2] H. C. Pocklington, Philos. Mag. (6). 2. p. 361. 1901.

[3] H. Dufet, Bull. Soc. fr. min. 27. p. 156. 1904.

[4] A. Werner, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie p. 51 bis 63 und p. 360 bis 370. 3 Aufl. Braunschweig 1913.

Die folgende Methode ist auf alle zwischen $+20^0$ und $+65^0$ nicht zu schwer löslichen Kristallarten bei einer beliebigen Temperatur dieses Intervalles anwendbar.

Schnelle Züchtung großer, homogener Kristalle bei beliebiger Temperatur (Fig. 1).

Das Kristallwachstum soll sich unter zwei Bedingungen vollziehen:

1. es sollen sich keine Keime an dem Kristall festsetzen;
2. die Temperatur soll möglichst konstant sein.

Die erste Bedingung begünstigt die Größe, die zweite die Homogenität des Kristalles; die erste ist stets wichtig, die zweite um so mehr, je größer der Temperaturkoeffizient der Löslichkeit ist.

Ein klarer, gut ausgebildeter Kristall von $Li_2SO_4 . H_2O$, der wie gewöhnlich // [010] gestreckt und zwar einige Millimeter lang ist, wird mit einem Ende dieser Achse auf einen Objektträger H mittels Akkumulatoren-Vergußmasse[1] aufgekittet, nachdem er im Trockenschrank auf 80 bis 100^0 vorgewärmt ist, damit er keine Sprünge bekommt; $Li_2SO_4 . H_2O$ verliert sein H_2O bei Atmosphärendruck erst erheblich oberhalb 100^0. Der Objektträger H ist bereits vorher mit Canadabalsam an die untere Gabelung eines gläsernen Rührers R_1 gekittet. Ein Moment, bevor man Gabelung + Kristall in die gesättigte Lösung senkt, wird letzterer mit ein paar Tropfen H_2O benetzt, welches anhaftende Keime auflöst; diese etwa 0,01 g H_2O lösen 0,003 g des Kristalles auf, d. i. etwa 1 % seines Gewichtes. In dem Becherglas B befinden sich etwas über 200 cm^3 gesättigter Lösung. Die sich an der Oberfläche der letzteren bildenden Kriställchen werden von der Rotation der Rührergabelung und den Wirbeln der Lösung unter deren Spiegel bewegt und fallen auf den Gefäßboden; der über dem Kristall K befindliche Objektträger H sowie die Rotation des Kristalles schützen diesen gegen die Anlagerung umhertreibender Keime. Große Übersättigungen und starke Konzentrationsströme werden durch den Kristall und die Keime sowie durch die Rührung verhindert. Der Rührer R_1 wird durch einen Heißluftmotor gedreht und nach Maßgabe der Verdunstung täglich mittels der Klemmschraube S um ein Stück tiefer in das Becherglas B gesenkt. Dieses steht auf dem perforierten Blecheinsatz E eines Thermostaten, welcher 12 l Wasser enthält, so daß dessen Spiegel über demjenigen der Mutterlauge liegt. Das zweimal gebogene

[1] 88 % Trinidad-Asphalt, 10 % Kolophonium, 2 % Wollfett; zu beziehen von der Akkumulatorengesellschaft m. b. H. „Varta". Hamburg 5. Hansaplatz 2.

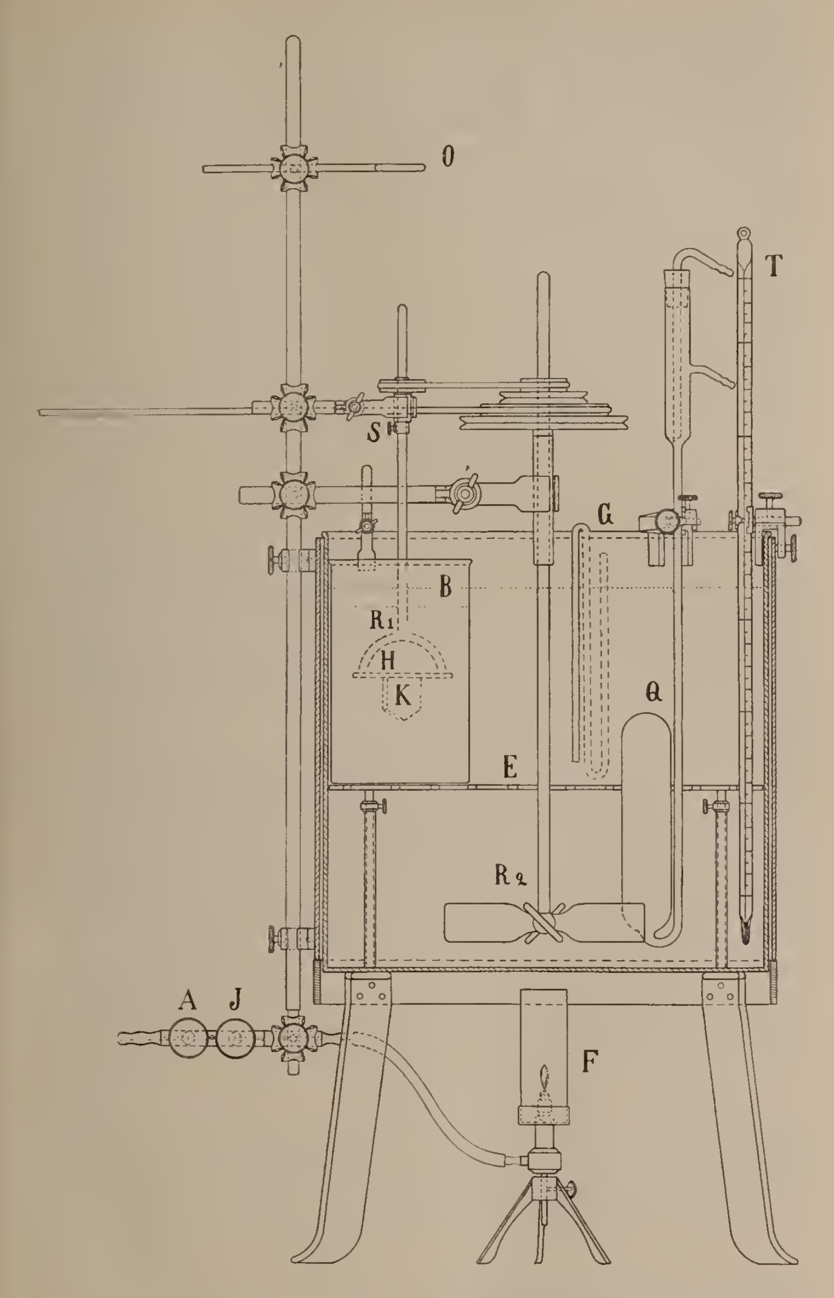


Fig. 1.

kommunizierende Glasrohr G, das teils an der Innen-, teils an der Außenwand des Thermostaten entlang läuft, zeigt außen durch seinen Meniskus und eine Marke das Niveau des Thermostaten-Wasserspiegels an, so daß das Verdunstete rechtzeitig durch Nachfüllen von Wasser ersetzt werden kann, welches genau auf die Thermostatentemperatur vorgewärmt ist. Dieses ist für Temperaturkonstanz sehr wichtig und erfolgt täglich einmal. Ebenso wichtig ist in dieser Hinsicht eine gleichmäßige Rührung des Thermostatenwassers; sie erfolgt durch die 4 schiefen Flügel des Glasrührers R_2 derart, daß das Wasser von unten nach oben bewegt und so die natürliche Zirkulation des vom Gefäßboden her erwärmten Wassers unterstützt wird. Die beiden Rührer R_1 und R_2 sind verbunden, so daß sie von dem gleichen Motor getrieben werden. Die Gleichmäßigkeit der Rührung wird nun dadurch erreicht, daß der Motor täglich einen Tropfen Petroleum erhält und der Druck des den Motor heizenden Gases durch einen Gasdruckregulator konstant gehalten wird; letzterer ist mit einem Wassermanometer verbunden. Der Tourenzähler wird auf das rauh geschliffene obere Ende des Glasrührers R_1 aufgesetzt und durch die Öse O gestützt; er drückt also nur mit seinem eigenen konstanten Gewicht und beeinflußt somit die Tourenzahl stets in gleicher Weise. Die Temperatur wird durch einen besonders großen Quecksilber-Toluol-Thermoregulator Q konstant gehalten und kann zugleich mit der Flamme F durch die Stellschrauben A und J reguliert werden[1].

Während der etwa 20tägigen Wachstumsperiode jedes Kristalles wurden durch zweimalige tägliche Ablesung folgende Messungen gemacht. Der Gasdruck war gleich dem Atmosphärendruck, vermehrt um $11 \pm 0{,}1$ Grammgew./cm^2. Die Tourenzahl des Rührers R_1 betrug pro Minute 61 ± 1. Die Thermostatentemperatur betrug, während die Zimmertemperatur nach den Angaben eines Maximum-Minimum-Thermometers um $\pm 3^0$ schwankte, $+ 30{,}61^0 \pm 0{,}01^0$.

Der Temperaturkoeffizient der Löslichkeit des $Li_2SO_4 . H_2O$ ist zwischen $+ 20^0$ und $+ 40^0$ negativ und pro 1^0 C gleich $0{,}3\,^0/_0$ der Sättigungskonzentration[2], so daß sich in 200 cm^3 Mutterlauge beim Sinken der Temperatur um $0{,}01^0$ noch nicht 3 mg, d. h. etwa 0,1 mm^3 auflösen.

Das Meiste der etwa 70 g $Li_2SO_4 . H_2O$, die sich aus 200 cm^3 Mutterlauge ausscheiden können, entfällt auf das am Boden des Becherglases wachsende Aggregat; immerhin resultiert in je 2 bis 3 Wochen ein Kristall von 1,5 bis 2 cm // [010], 1 bis 1,5 cm // [101] und 0,5 bis 1 cm $\perp$ {$\bar{1}$01}. Der Umstand, daß der An-

---

[1] Das Quecksilberthermometer T erlaubt Ablesung von zehntel und Schätzung von hundertstel Graden.

[2] Landolt-Börnstein's Tab. p. 549. 3. Aufl. 1905.

fangskristall mit einem Ende von [010] aufgekittet wird, begünstigt das gewünschte Dickenwachstum $\perp \{\bar{1}01\}$. Die Formen sind $\{\bar{1}01\}$, $\{101\}$, $\{\bar{3}01\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{210\}$ („Rechtser") oder $\{\bar{1}01\}$, $\{101\}$, $\{\bar{3}01\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{2\bar{1}0\}$ („Linkser"). Die „Rechtser" haben

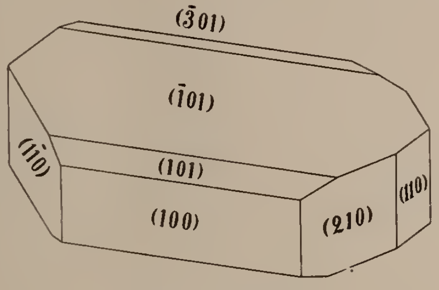


Fig. 2. Rechtser.

den analogen Pol der Pyroelektrizität rechts, die „Linkser" links. Die Prismenflächen sind ziemlich eben, die Orthodomen aber vielfach durch Vizinalflächen ersetzt. Die Klarheit der Kristalle ist nicht an allen Stellen vollkommen, im ganzen aber befriedigend, zumal bei Herstellung der optischen Präparate inhomogene Partien abgeschliffen werden können.

Optische Orientierung, Brechungsindizes und Achsenwinkel.

Zur Herstellung der optischen Präparate wurden die vorgewärmten Kristalle auf die Träger des Wülfing'schen Schleifapparates mit Bienenwachs aufgekittet; dieses ist bei 15^0 für den Schleifprozeß von Kristallen, welche etwa die Härte des Steinsalzes besitzen, genügend fest. Geschliffen wurde mit feinstem Schmirgel und Paraffinöl auf Mattglasplatten, poliert wurde auf dem für Wulff'sche Netze üblichen Pauspapier, welches, mit Paraffinöl benetzt, sich einer Mattglastafel völlig anschmiegt.

Der optische Charakter ist negativ, $\mathfrak{c} \,//\, [010]$, $\mathfrak{a}$ im spitzen $\sphericalangle \beta$. Platten // (010) mit Farben zweiter Ordnung ergaben im Na-Licht u. d. M. $\sphericalangle \mathfrak{a} : [\bar{1}01] = 32^0\,26' \pm 8'$, $32^0\,18' \pm 8'$, $32^0\,17' \pm 8'$, im Mittel $32^0\,21' \pm 8'$, also $\widehat{\mathfrak{a}\,c} = 36^0\,32' \pm 8'$; die Spur $[\bar{1}01]$ der vorzüglichen Spaltbarkeit nach $\{101\}$ wurde erst nach dem Dünnschleifen der Platten durch Zerbrechen derselben realisiert, worauf die Fragmente in Canadabalsam eingebettet wurden. In weißem Licht ist eine Dispersion der Auslöschungsrichtungen nicht zu bemerken.

Der optische Achsenwinkel wurde mittels Reflexionsgoniometers gemessen, da die $\perp \mathfrak{a}$ orientierten Platten auch zur Ermittlung

des Drehungsvermögens dienen sollten und daher mehrere Millimeter dick waren. Zwei Platten ergaben

$$2\,E_{Na} = 137^\circ 56' \pm 2\tfrac{1}{2}' \text{ und } 137^\circ 53' \pm 2';$$

beschwert man die letztere, genauere Messung mit dem doppelten Gewicht, so ergibt sich im Mittel

$$2\,E_{Na} = 137^\circ 54' \pm 2{,}7'$$ [1].

Übrigens kann man an einer Platte, deren beide Flächen der stumpfen Bisektrix parallel, untereinander aber nicht genau parallel sind, ohne Kenntnis der Brechungsindizes die wahre Richtung der spitzen Bisektrix ermitteln. In beistehender Fig. 3 bedeuten $\mathfrak{a}$ die spitze Bisektrix, F_1 und F_2 die beiden Flächen der Platte mit den Normalen N_1 und N_2, $\mathfrak{a}_1$ und $\mathfrak{a}_2$ die Bisektrix $\mathfrak{a}$ in Luft. Setzt man $\sphericalangle N_1 N_2 = F_1 F_2 = \varphi$. $\sphericalangle \mathfrak{a}_1 N_1 = i_1$, $\sphericalangle \mathfrak{a}_2 N_2 = i_2$, $\sphericalangle \mathfrak{a} N_1 = r_1$ und $\sphericalangle \mathfrak{a} N_2 = r_2$, so gilt für $i_2 > i_1$ folgende Relation

$$\operatorname{ctg} r_1 = \frac{\sin i_2}{\sin i_1 \sin \varphi} \mp \operatorname{ctg} \varphi,$$

je nachdem N_2 im gleichen Sinne von $\mathfrak{a}_2$ abweicht wie N_1 von $\mathfrak{a}_1$ oder im entgegengesetzten.

So ergab sich für $Li_2SO_4 \cdot H_2O$ $\sphericalangle \mathfrak{a} : [\bar{1}01] = 32^\circ 34'$, während weiter oben $32^\circ 21'$ gefunden wurde.

Die 3 Brechungsindizes wurden an je 2 künstlichen Prismen teils bei normaler Inzidenz, teils bei minimaler Ablenkung ermittelt.

$\alpha_{Na} = 1{,}4605$ und $1{,}4588$, im Mittel $\alpha_{Na} = 1{,}4596 \pm 0{,}0008$ [2]

$\beta_{Na} = 1{,}4765$ und $1{,}4771$, im Mittel $\beta_{Na} = 1{,}4768 \pm 0{,}0003$ [2]

$\gamma_{Na} = 1{,}4888$, $1{,}4874$ und $1{,}4884$, im Mittel $\gamma_{Na} = 1{,}4882 \pm 0{,}0007$

Aus β_{Na} und $2\,E_{Na}$ folgt

$$2\,V_{Na} = 78^\circ 24' \pm 2'.$$

Aus β_{Na}, γ_{Na} und V_{Na} folgt

$\alpha_{Na} = 1{,}4601$ berechnet gegenüber $\alpha_{Na} = 1{,}4596$ gemessen (Differenz $= 0{,}0005$).

Die Messungsfehler der Prismenwinkel φ betrugen $\pm \tfrac{1}{2}'$, was bei normaler Inzidenz einen maximalen Fehler von $\mp 0{,}0002$, bei Minimalablenkung einen solchen von $\mp 0{,}0001$ im Brechungsindex

---

[1] Das ist der „mittlere“ Fehler, der „wahrscheinliche“ ist also nur 1,8′.

[2] Diese beiden Zahlen sind, da für α und β nur je 2 Bestimmungen vorliegen, als arithmetisches Mittel zweier gleich großen Fehler gebildet, während für γ der „mittlere“ Fehler (aus den Fehlerquadraten) berechnet ist.

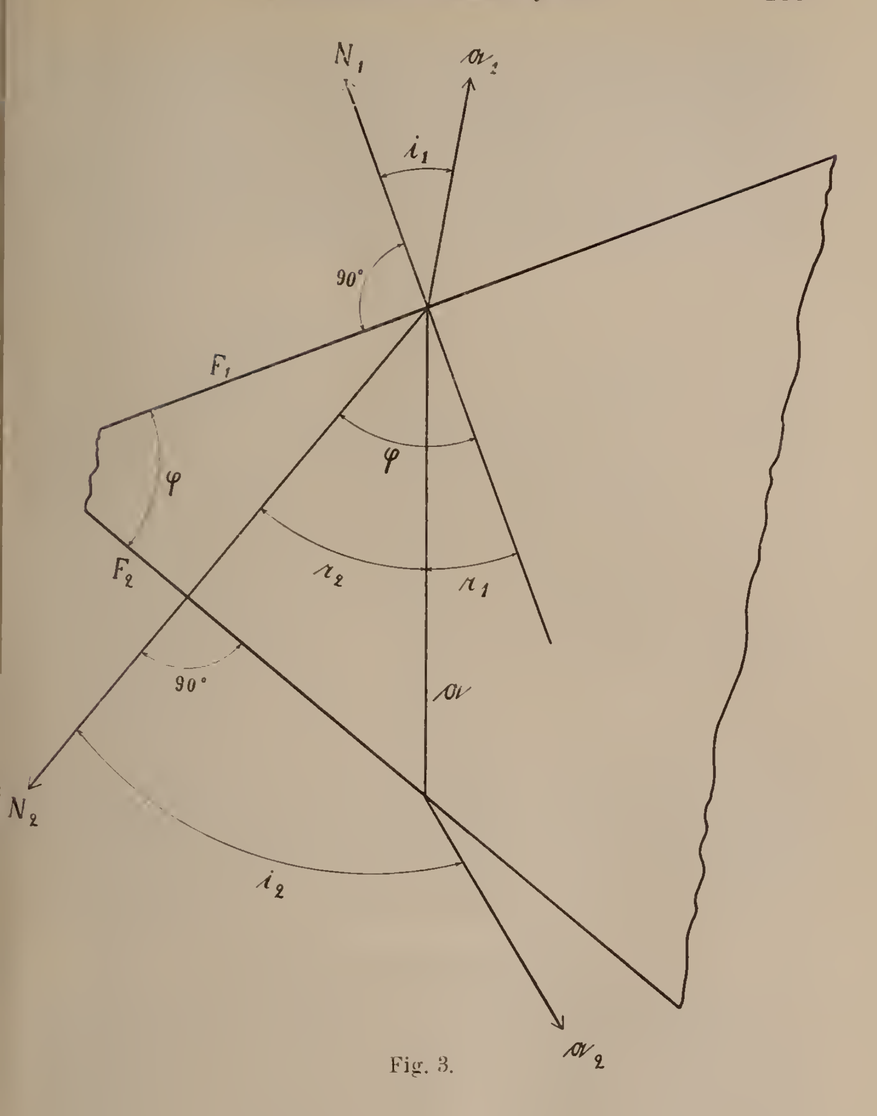


Fig. 3.

verursacht. Die Fehler der Ablenkungswinkel δ betrugen $\pm 1\frac{1}{2}'$ bei normaler Inzidenz, $\pm \frac{1}{2}'$ bei Minimalablenkung, was einen maximalen Fehler von $\pm 0{,}0007$ bezw. $\pm 0{,}0001$ im Brechungsindex bedeutet. Diese Berechnungen gelten für $25^0 < \varphi < 35^0$.

Die Methode der normalen Inzidenz, wobei die Wellenbewegung umgekehrt verläuft wie bei der Meyerstein'schen Methode des senkrechten Austrittes, ist infolge dreier Ursachen ungenauer als diejenige der Minimalablenkung: 1. ist das Signalbild breiter,

2. ist die Normalstellung der einen Prismenfläche mit einem Fehler behaftet, dessen Einfluß auf die Ablenkung δ allerdings irrelevant ist, 3. treten in die Formel zur Berechnung des Index die ganzen Winkel φ und δ, also auch deren ganze Messungsfehler ein.

Die Fehler in der Orientierung der Prismenflächen fand ich stets $< \pm 0^0 15'$, doch mögen sie in Wirklichkeit wohl bis $\pm 25'$ betragen, da die orientierenden Kristallflächen oft infolge von

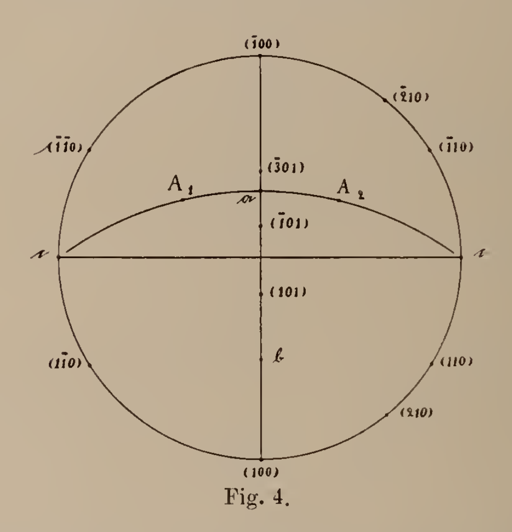


Fig. 4.

Vizinalbildungen gerade an solch großen Kristallen von $Li_2SO_4 . H_2O$ falsche Reflexe liefern. Immerhin berechnet sich der einem Orientierungsfehler von $\pm 25'$ entspringende Fehler des Brechungsindex für obige Kristallart nur zu $\pm 0,0001$ im Maximum.

Fig. 4 zeigt die optische Orientierung im Natriumlicht.

Optisches Drehungsvermögen.

Zur Feststellung und Messung des Drehungsvermögens dienten mir ausschließlich normal zur spitzen Bisektrix $\mathfrak{a}$ orientierte Platten, weil senkrecht zu einer optischen Achse gerichtete Tafeln entweder viel kleiner oder viel dünner als jene ausfallen mußten. Es ist aber die Genauigkeit der pro 1 mm definierten spezifischen Drehung sehr annähernd [1] proportional dem parallel einer optischen Achse liegenden Durchmesser der untersuchten Platte. Die Drehungsmessung läßt sich an zweiachsigen Kristallen infolge der inneren konischen Refraktion im parallelstrahligen Licht nicht ausführen.

[1] Nur annähernd wegen der mit dem Durchmesser proportional wachsenden Rotationsdispersion, die jedoch zwischen D_1 und D_2 des Natriumlichtes sehr gering zu sein pflegt; sie beträgt bei $NaClO_3$ und bei Quarz weniger als 1′ pro 1 mm.

und bei der Einstellung des Scheitels der Hauptisogyre auf Intensitätsminimum variiert das Azimut des Analysator-Hauptschnittes um mehrere Grade, so daß selbst die Messungen POCKLINGTON's und DUFET's an über 1 cm dicken Platten von Rohrzucker, Weinsäure und Bittersalz noch einen Fehler von fast 30′ in der spezifischen Drehung zur Folge haben.

Die üblichen Halbschattenvorrichtungen lassen sich auf die Saccharimetrie Zweiachsiger ohne weiteres leider keineswegs anwenden.

Fünf Platten ⊥ $\mathfrak{a}$ wurden teils auf dem Goniometer (I), teils u. d. M. (II) untersucht.

I. Die Platte wurde auf dem für Achsenwinkelmessung eingerichteten Goniometer drehbar um die lotrecht montierte Achse mittlerer Elastizität in einen großen parallelwandigen Glastrog[1] gehängt, der mit Paraffinöl vom Brechungsindex $n_{Na} = 1{,}4751_5$ gefüllt war. Da $\beta_{Na} = 1{,}4768$ für $Li_2SO_4 . H_2O$ ermittelt worden war, so gewährleistet jenes Medium, daß die parallel einer optischen Achse, also schräg zur Plattennormale fortschreitenden Wellen beim Austritt keine merkliche Änderung ihres Polarisationsazimuts erleiden. Da die planparallelen Wände des Troges normal zur Fernrohrachse orientiert waren, so fand auch beim Eintritt der Strahlen in die Glaswand und in Luft praktisch keine Drehung[2] statt. Das Gesichtsfeld betrug 13°.

II. Die Platte wurde in einen großen[3] auf dem Mikroskoptisch stehenden und wieder mit Paraffinöl (s. oben) gefüllten Drehapparat gebracht, dessen Glasboden bis auf 0° 8′ plan und bis auf 0° 4′ planparallel war. Die Platte konnte um die horizontal montierte Achse mittlerer Elastizität gedreht werden. Die Oberfläche des Paraffinöls benetzte die Unterseite eines horizontal gerichteten Objektträgers, der bis auf 0° 6′ plan und bis auf 0° 10′ planparallel war[4].

Dieses Objektglas trug ein Objektiv (No. 0 der Firma Winkel) von 10 mm freier Öffnung, 0,29 relativer Öffnung, 16° 22′ Öffnungswinkel, 0,14 num. Apertur und 34,8 mm Äquivalentbrennweite. Das durch dieses Objektiv entworfene aufrechte primäre Interferenzbild, das 10 mm Durchmesser hatte, wurde mikroskopisch beobachtet. Das Mikroskop-Objektiv (No. 1 der Firma Seibert) hatte 7 mm freie Öffnung, 0,30 mm relative Öffnung, 16° 56′ Öffnungswinkel, 0,15 num. Apertur und 23,5 mm Äquivalentbrennweite. Das HUYGHENS'sche Mikroskop-Okular (No. 0 der Firma

[1] Wie er für Achsenwinkelapparate benützt wird.

[2] Andernfalls können Drehungen um mehrere Grade eintreten; vergl. F. E. WRIGHT, Min. Mitt. 30. p. 171. 1911.

[3] Besonders angefertigt.

[4] Deckgläser sind oft mehr plan, aber weniger planparallel.

Seibert) hatte ein Kollektiv von 33,1 mm und ein Augenglas von 40,7 mm Äquivalentbrennweite, so daß letzteres eine 6fache Vergrößerung gab. Da der Durchmesser des objektiven Sehfeldes 3 mm betrug und die Vergrößerung des obigen Mikroskops mittels Abbe's Zeichenapparat als 40fach[1] sich ergab, so erblickt man ein virtuelles sekundäres Interferenzbild von $3 \times 40 = 120$ mm Durchmesser. Liefert daher z. B. eine senkrecht zu einer optischen Achse orientierte Rohrzuckerplatte von 6,65 mm Dicke 7 dunkle und 7 helle Ringe, so ist die durchschnittliche Breite dieser Ringe etwa 4 mm, also in deutlicher Sehweite gut zu beobachten. Da eine senkrecht zur optischen Achse geschnittene Kalkspatplatte von 5.08 mm Dicke im Na-Licht zw. $\times$ Nic. noch gerade den innersten schwarzen Ring zeigt, so berechnet sich ein Gesichtsfeld von 4^0 gegenüber den gewöhnlichen konoskopischen Gesichtsfeldern von über 120^0 und bei Immersion sogar über 134^0. Für zweiachsige Kristallarten von besonders geringer Drehung und besonders hoher Doppelbrechung wäre es erwünscht, noch geringere Konvergenzen zu erzielen, ohne die Intensität und Homogenität des Lichtes sowie die Größe des objektiven Sehfeldes allzusehr zu verringern; auf diese Weise würde die Plattendicke und somit die Genauigkeit des berechneten Drehungsvermögens vergrößert werden können. Andernfalls hätte man nur noch die Möglichkeit, die mikroskopische Vergrößerung des primären Interferenzbildes zu erhöhen, was eine sehr erhebliche Verstärkung der Lichtquelle erheischt.

Die Kombination von Projektionsobjektiv + Mikroskop wurde m. W. zuerst von H. Dufet[2] auf die Saccharimetrie zweiachsiger Kristallarten angewendet; sie entspricht im Prinzip dem Bertrand-Amici'schen Konoskop mit gesenktem Tubus, und das virtuelle Achsenbild ist ein umgekehrtes.

Die spezifische Drehung (pro 1 mm) des $Li_2SO_4 . H_2O$ ergab sich im Na-Licht unter Berücksichtigung des $\sphericalangle 2V_{Na}$ der $\perp \mathfrak{a}$ orientierten Platten nach obigen beiden Methoden I und II wie folgt:

1. Platte eines Linksers, 2,99 mm dick;
   in Richtung beider Achsen $-2^0\ 0' \pm 40'$ pro 1 mm
2. Platte eines Linksers, $2{,}86_5$ mm dick;
   in Richtung einer Achse $-1^0 20' \pm 20'$ pro 1 mm
3. Platte eines Linksers, 2,91 mm dick;
   in Richtung einer Achse $-1^0 52' \pm 35'$ pro 1 mm
4. Platte eines Rechtsers, 4,50 mm dick;
   in Richtung beider Achsen $+1^0 19' \pm 40'$ pro 1 mm
5. Platte eines Rechtsers, 6,30 mm dick;
   in Richtung beider Achsen $+1^0 48' \pm 36'$ pro 1 mm.

[1] Objektiv + Kollektiv gaben also eine $\frac{40}{6}$fache Vergrößerung.
[2] H. Dufet, l. c.

Beschwert man diejenigen der obigen Werte, die das Mittel der Drehungen beider Achsen darstellen, mit doppeltem Gewicht, so ergibt sich als Mittel des Drehungsvermögens pro 1 mm

$$\alpha_{Na} = 1^0 48' \pm 39'$$ [1].

Die Drehung ist in Richtung beider Achsen gleichsinnig und gleichgroß. Diejenigen Kristalle, die den analogen Pol der Pyroelektrizität rechts haben, sind rechtsdrehend (Fig. 5), die

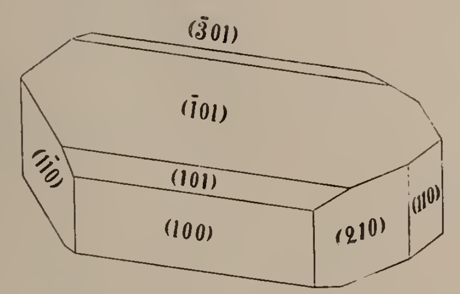


Fig. 5. Rechtsdrehender Kristall.

anderen linksdrehend. Der absolute Drehungsbetrag ist für die Längeneinheit in allen Kristallen gleich.

Macht man den Analysator zirkularpolarisierend, so zeigen im Na-Licht deutlich die Rechtser eine rechte, die Linkser eine linke Spirale.

Versteinerungen aus dem Schöckelkalk bei Graz.

Von **K. A. Penecke**, derzeit in Graz.

Herr Ingenieur Bock übergab mir vor einigen Jahren mehrere Stücke eines blaugrauen dolomitischen Kalkes aus tiefen Lagen des Schöckelkalkes des Lurloches bei Semriach, der von zahlreichen weißen Ästchen einer *Pachypora* vom Aussehen der *Pachypora reticulata* Goldf. und *P. Nicholsoni* Frech durchzogen ist. Leider ist die Erhaltung so schlecht, daß eine artliche Bestimmung nicht möglich ist. Gleichzeitig machte Herr Bock mich auf einen Fundort eines ähnlichen Vorkommens im Badelgraben nördlich von Peggau aufmerksam. Letzterer Fundort liegt unmittelbar oberhalb der Einmündung des Mühlgrabens in den Badelgraben. Das Talstück verläuft hier im Scheitel einer Antiklinale, und es stehen beiderseits des Baches dunkelschwarzgraue, tonreiche Kalkschiefer und plattige

[1] „Mittlerer“, aus den Fehlerquadraten berechneter Fehler; der „wahrscheinliche“ Fehler beträgt nur 26′.

Kalke an, die dann ihrerseits von normalem Schöckelkalk an den beiderseitigen Talflanken überlagert werden. Die erwähnten Kalkschiefer und Kalke beherbergen eine kleine Fauna, an deren Zusammensetzung die vorerwähnte *Pachypora* an Stückzahl weit überwiegt; daneben fanden sich verschiedene Tetracorallia und auch ein eigentümliches, nicht näher bestimmbares Bryozoenstöckchen; Crinoidenstielglieder sind häufig. Leider läßt die Erhaltung der Versteinerungen viel zu wünschen übrig. Wie so häufig in tonigen Sedimenten auch viel jüngeren Alters ist das Innere der Korallenstöcke in eine zuckerkörnige Kalkmasse umgewandelt und die Innenstruktur verloren gegangen. Dort, wo das tonige Sediment direkt die Skeletteile berührt, sind sie gut erhalten, das ist also an der Oberfläche, im Innern der Korallenkelche bis zum obersten Boden, und dort, wo infolge von Verletzungen der Oberfläche vor ihrer Einbettung toniges Material in den Visceralraum eindringen konnte.

Unter den Tetracorallia, durchwegs Einzelindividuen oder Astfragmente von rasenförmigen Stöcken, bietet besonderes Interesse ein Stück, das sich als der Gattung *Spiniferina* Penecke[1] (= *Acanthodes* Dybowski nec de Haan nec Ag.) angehörig mit Sicherheit nachweisen ließ. Es war ein beiläufig 2 cm langes Bruchstück eines zylindrischen Astes mit erhaltenem Kelch. Der Durchmesser des Astes beträgt 1 cm. Zwei Querschnitte, die durch den in seinem Innern mit schwarzer Gesteinsmasse erfüllten Kelch gemacht wurden, zeigen außen einen weißen Kalkring von etwa einem Drittel seiner Radiuslänge, ähnlich wie es in Fig. 11 Taf. I bei Dybowski[2] dargestellt ist. Vom Innenrand dieses Kelchringes strahlen Septa gegen die Mitte, die diese aber nicht erreichen, so daß das Zentrum der Zelle nur von der Gesteinsmasse erfüllt ist, die sich zwischen den Septen in die Interseptalräume fortsetzt. In diesem von Gesteinsmasse erfüllten Mittelteil des Schliffes sieht man vor den Innenenden der Septen weiter gegen das Zentrum des Kelches zu einen Kranz von ovalen, weißen Punkten vom Durchmesser der Septenenden; es sind dies die schräge durchschnittenen Spitzen der dornförmigen, schräge nach aufwärts gerichteten, tiefer liegenden Septaldornen. Der durch die tieferen Teile des Ästchens gemachte Längsschnitt zeigt leider keine weiteren Details, da er ganz in spätige Masse umgewandelt ist.

Durch den Besitz der Septaldornen gehört diese Koralle sicher der obenerwähnten Gattung an. In ihren Dimensionen stimmt die

[1] Penecke, Das Grazer Devon. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1893. p. 592.

[2] W. N. Dybowski. Monographie der *Zoantharia sclerodermata rugosa* aus der Silurformation Esthlands, Nord-Livlands und der Insel Gotland. Dorpat 1873.

vorliegende Art mit *Acanthodes cylindricus* Dyb.[1] und *A. tubulus* Dyb.[2] aus dem Silur annähernd überein, unterscheidet sich aber von beiden durch viel längere, bis weiter gegen das Zentrum reichende Septaldornen, von beiläufig zwei Drittel der Radiuslänge.

Ich wollte diesen Fund gelegentlich einer geplanten Veröffentlichung eines Nachtrages zur Fauna des Grazer Paläozoicums erwähnen, wurde aber durch meine Versetzung nach Czernowitz davon abgehalten. Da nun seitdem auf Grund tektonischer Spekulationen dem unter dem Grazer Devon liegenden Schöckelkalk carbonisches Alter zugeschrieben wurde[3], so sehe ich mich veranlaßt, diesen kleinen Einzelfund bekannt zu geben, weil die kleine und leider nicht besonders gut erhaltene Fauna des Badelgrabens aus tiefen Partien des Schöckelkalkes doch mit Sicherheit das altpaläozoische Alter der sie beherbergenden Gesteine kundtut. Sowohl die Pachyporen schließen sich eng an silurische und devonische Typen an und die Gattung *Spiniferina* ist fast gänzlich im Silur zu Hause und greift nur mit einer durch ihre Größe von den silurischen Formen ziemlich abweichenden Art in das Unterdevon hinauf.

Die Stammesgeschichte der Elephanten.

Von **W. Soergel**.

(Fortsetzung.)

6.

Was ergibt sich aus dem diskutierten Tatsachenmaterial für die Gültigkeit der direkten Deszendenz *El. planifrons—El. antiquus*?

Es bleibt nur noch übrig, die von Schlesinger befürwortete Deszendenzlinie *El. planifrons—El. antiquus* an der Hand der Tatsachen zu beleuchten, die Frage zu erörtern, ob *El. planifrons* als der direkte Stammvater des *El. antiquus* und *El. meridionalis* angesehen werden darf, ob von *El. planifrons* an die beiden Hauptzweige der europäischen Elephanten divergieren.

Der Schädel des *El. planifrons* zeigt in Vorderansicht bekanntlich eine gewisse Ähnlichkeit mit dem des *El. antiquus* in der Ausbildung des relativ niederen Schädeldaches; mit *El. meridio-*

[1] Dybowski, l. c. p. 109. Taf. I Fig. 11 a. b. c.

[2] Dybowski, l. c. p. 114. Taf. I Fig. 13 a. b.

[3] Mohr, Mitteil. d. geol. Ges. in Wien. 4. p. 305. 7. p. 46; —. Denkschriften d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. Math.-naturwiss. Kl. 88. p. 646. — Kober, Denkschriften d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, Math.-naturwiss. Kl. 88. p. 376.

nalis stimmt er dagegen in der Vorderansicht nur wenig, mehr in der Seitenansicht überein, wenn wir von den horizontaler verlaufenden Incisoralveolen bei *El. planifrons* absehen. Im Schädelhabitus — Einzelheiten können hier nicht erörtert werden — sind also bei *El. planifrons* gewisse Ähnlichkeiten mit beiden jüngeren Formen vorhanden. Was beweisen uns diese Ähnlichkeiten? An sich nicht mehr, daß die Art in der Vorfahrenreihe des *El. meridionalis* sowohl als der des *El. antiquus* zu liegen scheint, und, wie andere Momente erhärten, liegt, aber nichts Bestimmtes darüber, welche Stelle sie in dieser Reihe einnimmt, ob sie eine, zwei oder drei Stufen unter den anderen Arten steht. Der Grad der Übereinstimmung in einzelnen Schädelmerkmalen mit den beiden jüngeren Arten sagt uns nichts Bestimmtes darüber, und halten wir uns an den Schädel allein, so können wir nur zu dem Schluß kommen, daß eine in den einzelnen Merkmalen so festgefügte, einheitliche Art wie *El. planifrons* nicht der direkte Vorfahr zweier gerade in diesem Merkmalskomplex so auseinanderweichender Formen wie *El. antiquus* und *El. meridionalis* typus sein konnte. Der Spaltung in diese beiden Formen mußte notwendigerweise ein Wachsen der Variationsbreite vorausgehen, wie es sich aber am Schädelmaterial des *El. planifrons* nicht konstatieren läßt. Allerdings ist das vorhandene Schädelmaterial gering und zu einer derartigen Auswertung kaum ausreichend. Wir wenden uns zur Beantwortung unserer Frage deshalb zweckmäßiger dem reicheren Molarenmaterial zu. Und hier zeigt sich das gleiche Verhalten: eine große Einheitlichkeit im ganzen Zahnmaterial, das, von den selbstverständlich primitiveren Mutationsmerkmalen abgesehen, auffällig übereinstimmt mit den Molaren des *El. meridionalis* typus. Diese Übereinstimmung ist allen Autoren aufgefallen, die auf Grund eigener Untersuchungen Erfahrung in der Bewertung von Elephantenzähnen besaßen. Neben den Namen Falconer, Pohlig, Weithofer und Adams könnte ich als Eideshelfer hier auch Herrn Schlesinger aufführen, wenn ich von den verschiedenen Aussprüchen, in denen er sich über dieses Verhältnis äußert, den gerade hierher passenden auswähle.

Demnach bildet also auch in der Bezahnung *El. planifrons* einen völlig geschlossenen Typus; nirgends ist ein Anlauf zur Herausbildung zweier Zahntypen, nirgends schon hier das Auftreten *antiquus*-artiger Molaren zu konstatieren. Es ist selbstverständlich, daß aus einem so einheitlichen Typus nicht zwei neue Arten wie zwei Pfeile herausschießen können. Es fehlt die Zwischenstufe, auf der sich die Merkmalskomplexe sondern, sich gewissermaßen zu zwei Formengruppen herausdestillieren, erst unklar mit vielen Mischtypen, allmählich klarer und klarer. Und nicht einmal der erste Prozeß einer solchen Sonderung ist am *Planifrons*-Material zu konstatieren.

Aus diesen Tatsachen und Erwägungen geht meines Erachtens mit aller Deutlichkeit hervor, daß *El. planifrons* wohl, wie ich früher schon fesstellte, in der Vorfahrenreihe des *El. meridionalis* sowohl als des *El. antiquus* liegt, daß er aber nicht als der direkte Vorfahr des *El. meridionalis* typus und des *El. antiquus* nicht als die Mutation der Stammreihe zu gelten hat, in der die Aufspaltung der Stammreihe in zwei Zweige eingesetzt hat. Diese Teilung muß später erfolgt sein. Wann und wo haben wir sie anzunehmen?

7.

Wo laufen die *Antiquus*-Reihe und *Trogontherii*-Reihe in einer Art zusammen?

Ich habe an anderer Stelle gezeigt, daß die beiden Zweige unserer europäischen diluvialen Elephanten in der Variationsbreite des oberpliocänen *El. meridionalis* zusammenlaufen und habe daher „*El. meridionalis* in seinen verschiedenen Varietäten“ oder einfach *El. meridionalis* im weiteren Sinne als Vorfahren des *El. antiquus* und *El. trogontherii* bezeichnet.

„Es ist bei Aufstellung von Stammbäumen selbstverständlich, daß wir ein Divergieren zweier Stämme aus einer Kollektivform dort eintreten lassen, wo wir beide Deszendenten schon als Varietäten des Grundtypus erkennen können, wo gewisse Unterschiede, wenn auch schwach und durch alle Übergänge verbunden, nachweisbar sind. Daß wir uns dabei vollkommen klar sind darüber, daß eine schwache, eben erkennbare Divergenz schon mit dem Wachsen der Variationsbreite der jeweiligen Kollektivform eingetreten sein muß, braucht kaum betont zu werden. In unserem Falle würde also die ideelle, paläontologisch nicht nachweisbare Trennung in eine *Antiquus*-Reihe und eine *Trogontherii–Primigenius*-Reihe schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt und vorerst als erstes nachweisbares Stadium der Entwicklung zu einer größeren Variationsbreite des *El. meridionalis* geführt haben. Da wir eine solche Zwischenform als eigentliche Wanderform ansehen müssen, die den asiatischen Elephantenstamm nach Europa führte, so wäre die Herausbildung einer größeren Variationsbreite gerade bei dieser Form recht verständlich.“ (Aus Soergel, Die diluvialen Säugetiere von Baden. Mitt. d. großh. bad. geol. Landesanstalt. 1914.) Gehören dieser Wanderform — und dafür könnte manches geltend gemacht werden die Funde von Ferladani, Stauropol und Kouialnik an, so ist sie als ein primitiver *El. meridionalis* zu bezeichnen. Will man also in der Ableitung der zwei diluvialen Reihen ganz korrekt sein, so muß man als den direkten Vorfahren einen primitiven, noch undifferenzierten *El. meridionalis* annehmen, der infolge bedeutender Wanderungen und der dadurch bedingten Einflüsse in der Folgezeit eine größere Variationsbreite entwickelte. Im Oberpliocän sind

in dieser Variationsbreite zwei Pole, *El. meridionalis meridionalis* und *El. meridionalis antiquus* deutlich zu erkennen.

Nach alledem sehe ich keinen Grund, die früher von mir vertretene Auffassung aufzugeben; letztere hat keine Korrektur, höchstens eine Vertiefung erfahren.

„Wie weit man immer die Spaltung unserer beiden diluvialen Hauptstämme in das obere Pliocän hinunter verlegen mag, unbestreitbar besteht die Tatsache, daß die Divergenz beider Stammbäume erst Ende Pliocän markanter hervortritt, daß erst mit dem Beginn des Eiszeitalters die eng nebeneinander herlaufenden und durch alle Übergänge verwachsenen Varietäten scharf auseinanderweichen." (Soergel, Bad. Säuget.)

Die europäischen Zwergelephanten.

Wir können die europäische Gruppe nicht verlassen, ohne mit einigen Worten die Zwergelephanten der Mittelmeerinseln und ihre spezielle Stammesgeschichte behandelt zu haben. Die nahen Beziehungen dieser Formen zur *El. antiquus*-Reihe sind von allen Autoren schon gebührend gewürdigt worden; desgleichen dürfte jetzt Einigkeit in der Ansicht über den Grund der Verzwergung resp. Degeneration herrschen; sie kann, wie Falconer und Pohlig schon annahmen und ich an anderer Stelle[1] gegenüber Bate und Dépéret ausführte, lediglich in der insularen Abschließung der Formen gesucht werden, die einmal zur Größenreduktion und dann zu einem Stillstand der „Mutation", zu einem Aufhören der phyletischen Weiterentwicklung führte.

Da die Abtrennung der einzelnen Inseln vom Festlande zu verschiedenen Zeiten erfolgte, so ist die Möglichkeit vorhanden, daß die Formen der verschiedenen Inseln zu verschiedenen Zeiten abgeschlossen und dem Einfluß dieser Abschließung auf verschiedener Entwicklungshöhe ausgesetzt wurden. Daraus erklärt sich vor allem der verschiedene Charakter der einzelnen Inselformen, der zu zahlreichen Namengebungen verleitet hat. Soweit die Literatur und die Kenntnis relativ geringen Originalmaterials ein Urteil über diese komplizierten Verhältnisse gestatten, scheinen mir wenigstens zwei Formen unterschieden werden zu können. Die eine, deren Typus in Sizilien vorkommt, ist *El. melitensis* Falc. Sie stellt einen kleinen, degenerierten *El. antiquus* dar. Das Vorhandensein einwurzeliger M M III beweist, wie ich anderen Ortes ausführte, daß die Form nur vom echten, ich möchte sagen, fertigen *El. antiquus* stammen kann, und zwar nur von

[1] Stegodonten aus den Kendengschichten auf Java. Palaeontographica. Suppl.

der Form des ältesten Mitteldiluviums oder jüngerer Nachkommen. Die Abschnürung der Inseln, auf denen *El. melitensis* Falc. heimisch ist, wäre also in diese Zeit und nicht etwa ins Altdiluvium oder gar Pliocän zu legen. Alle Merkmale der Art sind, von den durch Degeneration hervorgerufenen Charakteren abgesehen, typisch *antiquus*.

Eine zweite Form trägt primitivere Charaktere, die, obwohl antiquoid, vielfach an *El. meridionalis* erinnern. Dahin gehört auch die von Bate als *El. cypriotis* bezeichnete Form von Cypern. Diese Gruppe ist zweifellos in einem früheren Stadium abgetrennt worden und könnte sich direkt von meiner *antiquus*-artigen Varietät des *El. meridionalis* oder, wie ich die Form oben bezeichnete, von *El. meridionalis antiquus* ableiten. Diese Form nenne ich mit Busk *El. Falconeri* Busk.

In der Unterscheidung dieser Formen bin ich mit Schlesinger im wesentlichen einer Ansicht.

Da aber sicherlich auch zwischen der Ablösung der beiden Arten vom Hauptstamme Isolierungen vorgekommen sind, so dürften noch mancherlei Zwischen- oder Übergangsformen vorhanden sein. Hier kann nur eine sehr genaue Durcharbeitung des Materials, eine genaue Sonderung auf Grund des Vorkommens zu gesicherten paläontologischen Resultate führen, aber zugleich auch wesentliche Anhaltspunkte liefern für die Abfolge der geologischen Ereignisse, die die landfeste Ägaeis und die italische Landbrücke zwischen Afrika und Europa allmählich in einzelne Inseln zerbrachen.

III. Der indisch-asiatische Formenkreis.

Für die Stammesentwicklung der indisch-asiatischen Gruppe habe ich früher im Prinzip ganz ähnliche Verhältnisse angenommen, wie ich sie für die europäische Gruppe nachweisen konnte: Aus der Variationsbreite des *El. hysudricus* — und zwar der primitiveren Form —, dem in den östlichen Gebieten verbliebenen Nachkommen des *El. planifrons*, wachsen mit dem Beginn des Pleistocän zwei Stämme heraus, derjenige des *El. namadicus* und derjenige des *El. indicus*. Die Deszendenzlinie *El. planifrons-indicus* mit den Zwischenstadien *El. hysudricus* und *El. hysudrindicus* ist durch zahlreiches Material sichergestellt. Schlesinger vertritt hier den gleichen Standpunkt wie ich. Bezüglich der Herkunft des *El. namadicus* hat sich Schlesinger für die schon von Pohlig einmal begründete Ansicht entschieden, daß die Art nur eine Wanderform des in Europa zur Entwicklung gelangten *El. antiquus* darstelle. Für diese Auffassung fällt die bis zur Identität gehende Ähnlichkeit beider Formen sehr schwer ins Gewicht.

Mich bestimmten seinerzeit zu der Annahme, *El. namadicus* sei ein Abkömmlung des oberpliocänen *El. hysudricus* — die Art, wie sie Falconer umgrenzte, enthält zum großen Teil entschieden

auch altdiluviale Formen —, folgende Tatsachen und Erwägungen, die ich kurz diskutieren muß.

1.

Unter dem Zahnmaterial, das Falconer von *El. hysudricus* abbildet, finden sich einige Molaren, die einem zwischen dieser Art und *El. namadicus* in den Variationsmerkmalen durchaus intermediären Charakter besitzen. Diese Tatsache schien mir für eine engere verwandtschaftliche Beziehung zwischen beiden Arten zu sprechen und ein ähnliches phylogenetisches Verhältnis anzudeuten, wie ich es für *El. meridionalis* und *El. antiquus* an dem viel reicheren europäischen Material erweisen konnte. Die Bedenken, die sich gegen eine solche Ableitung aus der Spärlichkeit des mir zu Gebote stehenden Materials geltend machten, ließ ich fallen in dem Gedanken, daß ja in Europa ein völliges Analogon dieser Entwicklung bewiesen werden konnte. Die Unterschiede in den Schädelcharakteren der *Hysudricus*- und *Namadicus* typus-Formen konnten mir bei der oben wieder diskutierten bedingten Verwendbarkeit von Schädelmaterial für phylogenetische Fragen nicht ausschlaggebend sein gegen die Momente, die für meine Annahme sprachen. Aus einer wenig differenzierten älteren *Hysudricus*-Form schien mir die Herausbildung zweier in den Endstadien so abweichender Schädeltypen wohl möglich.

Heute kann ich mich nicht mehr zu dieser Auffassung bekennen und meine angeführten Argumente gegenüber stärkeren Gründen nicht mehr für beweiskräftig halten.

Die Voraussetzung für eine derartige Entwicklung der indischen Gruppe wäre die Herausbildung einer großen, derjenigen des „*El. meridionalis*“ entsprechenden Variationsbreite des *El. hysudricus primitivus*. Eine gewisse Variabilität der Art ist zwar durch einige intermediäre, nach *namadicus* zu gravitierende Molaren gekennzeichnet, doch findet diese und verwandte Erscheinungen an anderer Stelle eine befriedigende Lösung. Die Herausbildung einer solchen großen Variationsbreite ist bei einer Wanderform wie *El. meridionalis primitivus* wohl verständlich, wie sollen wir sie uns aber bei einer lokal eingesessenen Form wie *El. hysudricus* erklären, welche Einflüsse zu ihrer Herausbildung unter den gleichmäßigen klimatischen Bedingungen Vorderindiens und seiner Nachbargebiete heranziehen? Und selbst wenn *El. hysudricus* auf Grund von uns unbekannten Einwirkungen eine solche Variationsbreite hätte entwickeln können, so müßte es doch sehr merkwürdig erscheinen, daß unter wesentlich anderen Bedingungen als in Europa sich ein Zweig zu einer der entsprechenden europäischen sehr ähnlichen, ja identen Form, der andere zu einer von dem anderen europäischen Zweig mehr oder weniger abweichenden, jedenfalls in sehr wesentlichen Merkmalen dieser europäischen unähnlichen Form entwickelte.

Fassen wir *El. namadicus* dagegen als Wanderform des *El. antiquus* oder als eine diesem idente Art auf, wofür die vollkommene Übereinstimmung in allen Charakteren ja spricht, so fallen die eben skizzierten Schwierigkeiten ohne weiteres fort. Ich schließe mich dieser letzteren Auffassung um so rückhaltloser an, als das von mir nach FALCONER's Abbildungen konstatierte Vorkommen einiger zwischen *El. hysudricus* und *El. namadicus* in der Dentition intermediärer Formen auch in der neuen Darstellung der indischen Formengruppe eine durchaus befriedigende Erklärung in einem weiteren Aufsatz erfahren wird, den Tatsachen also kein Zwang angetan zu werden braucht.

2.

Gegen die Auffassung des *El. namadicus* als eine ostwärts gezogene Wanderform des *El. antiquus* schienen mir bisher ferner folgende Erwägungen zu sprechen.

El. antiquus ist ein ausgesprochener Waldbewohner, wie ich anderen Orts 1912 gezeigt habe; als Waldtier muß auch *El. indicus* angesprochen werden. Die Unterschiede in der Nahrung beider Arten dürften nicht sehr groß, jedenfalls nur graduell verschieden gewesen sein, keinesfalls in so weitgehendem Maße, wie zwischen *El. africanus* und *El. indicus*.

Nun wissen wir aber aus der Gegenwart, daß das Vordringen einer Art in ein Gebiet, das eine andere Art der gleichen Gattung mit gleichen oder sehr ähnlichen Lebensgewohnheiten bewohnt, nur möglich ist, wenn diese zweite Art aus irgendwelchen Gründen sich im Rückgange befindet, wenn das Gleichgewicht der beiden Arten also gestört ist. Denn die Grenze des gegenseitigen Wohngebietes bei Arten von gleichen Lebensbedingungen und Gewohnheiten ist lediglich eine Funktion des Gleichgewichts. Die sich auf Kosten der anderen Art ausbreitende ist deshalb, wenigstens im Moment der Ausbreitung, stets die stärkere, lebenskräftigere.

Indien, das eigentliche Heimatland des *El. indicus* und seiner Vorfahren, ist auch zur Diluvialzeit vorwiegend Waldland gewesen, das von direkten Einflüssen der Eiszeit so gut wie verschont geblieben ist. Die Stammreihe des *El. indicus* hat also seit dem mittleren Pliocän unter nahezu gleichen Lebensbedingungen hier gesessen. Daß die Art resp. die Stammreihe lebenskräftig ist, beweist ihr Ausdauern bis in die Gegenwart, beweist die heute noch fortschreitende Ausbildung von Lokalrassen, mit der die Stammart sich in jüngerer Zeit an verschiedene Verhältnisse anpaßt. Und in die Gebiete dieses lebenskräftigen Stammes soll nun von Westen her eine auf ganz ähnliche Lebensverhältnisse und Bedingungen eingestellte Art eingedrungen sein, soll das Wohngebiet der einheimischen Art durchdrungen und sich noch weit nach Osten über das Gebiet der eingesessenen Art hinaus ausge-

breitet haben, ohne daß in der Entwicklung und Verbreitung des einheimischen Stammes für ein solches Eindringen resp. die Möglichkeit eines solchen Eindringens direkte Ursachen nachweisbar wären, ohne daß eine so gewaltige Verschiebung sich in der weiteren Entwicklung des zeitweise doch außerordentlich zurückgedrängten Stammes geltend gemacht haben sollte? Und das schließliche Endergebnis: die so kraftvoll sich ausdehnende Art stirbt noch im Diluvium aus, der zeitweise so zurückgedrängte Stamm blüht heute noch! Das erschien mir und erscheint mir heute noch recht unwahrscheinlich. Eher verständlich wäre eine solche Durchsetzung der Verbreitungsgebiete in der Tat, wenn beide Arten autochthon wären, von Anbeginn ihrer artlichen Selbständigkeit sich in die gleichen Gebiete geteilt hätten. Gegen diese Möglichkeit sprechen aber die unter 1. diskutierten Verhältnisse.

Da sich mein Wissen über die Verbreitung des *El. namadicus* lediglich auf die Literatur stützt — ich kenne keines der wichtigen Belegstücke im Original —, so bleibt es allerdings fraglich, ob man das eben diskutierte Argument gegen die Identität von *El. namadicus* mit *El. antiquus* bei den oft recht unsicheren und zweifelhaften Speziesbestimmungen in der Literatur, allzuschwer in die Wagschale werfen darf. Der Nachweis des *El. namadicus* gründet sich oft auf Fragmente von Zähnen und vielfach auf Stücke, die schon in der Literatur heiß umstritten worden sind. Wie wir in einem weiteren Aufsatz sehen werden, können in der *Planifrons-indicus*-Reihe sehr wohl Molaren vorkommen — und auf solche gründet sich, wie ich der Literatur entnehme, häufig der „Nachweis“ des *El. namadicus* —, die denen des *El. namadicus* recht ähnlich sind. Fragmentärer Charakter der Stücke und starke Abkauung werden dann, wie es ja auch beim europäischen Elephantenmaterial der Fall ist, das Ihre zu Fehlbestimmungen dazutun. Auf die Verbreitung des *El. namadicus* wird man deshalb gegenüber dem rein paläontologischen Befund nicht eher phylogenetische Schlüsse aufbauen dürfen, bis eine kritische Revision aller für *El. namadicus* in Anspruch genommenen Reste, und zwar am Originalmaterial, und für jeden Fund auch eine Klarstellung der Altersverhältnisse erfolgt ist. Es könnte eine solche Arbeit meines Erachtens doch zu einer wesentlichen Einschränkung des Verbreitungsgebietes der Art führen und das Zusammenvorkommen dieser Art mit Arten der Stammreihe *Planifrons-indicus* in den gleichen Schichten ließe sich dann als ein geringeres Übergreifen der Verbreitungsgebiete, wie es so häufig vorkommt, begreifen. Jedenfalls kann ich beim heutigen Stand unserer Kenntnisse über die Verbreitung des *El. namadicus*, besonders in Anbetracht der tatsächlichen Grundlagen dieser Kenntnisse, die Verbreitung der Art nicht zum ausschlaggebenden Prüfstein der phylogenetischen Resultate machen.

Alle gesicherten Tatsachen sprechen dafür, daß wir in *El. namadicus* eine mit *El. antiquus* idente Art zu sehen haben. Ob die östliche Ausdehnung im Verbreitungsgebiet der Art dabei schon im Oberpliocän unter der *antiquus*-artigen Varietät des *El. meridionalis* oder unter dem altdiluvialen *El. antiquus* erfolgte, ist hier nicht weiter von Belang. Da es sich in *El. namadicus* um eine mit *El. antiquus* idente, also eine Form des europäischen Formenkreises handelt, und da in der Namengebung die Formengleichheit, nicht aber das lokale Vorkommen, zumal bei Wanderformen, ausschlaggebend ist, so ist der asiatische Name, der hinsichtlich der Phylogenie nur falsche Vorstellungen erweckt, überflüssig und deshalb zu streichen. Das Bild der Phylogenie, die Wanderungen und die Verbreitung der *Planifrons*-Deszendenten gewinnt dadurch außerordentlich an Einfachheit und Klarheit.

„Für die gesamte indisch-asiatische Formengruppe ist eine gewisse Ähnlichkeit mit *Elephas antiquus* hervorzuheben, die im Bau der Molaren, der Mandibel, schwächer auch im Cranium, hervortritt." Dieses von mir an anderer Stelle veröffentlichte Urteil über die indischen *Planifrons*-Nachkommen behält seine Gültigkeit selbstverständlich auch nach dem Ausschluß des *El. namadicus* aus diesem Formenkreis. Eine Diskussion des ganzen Elephantenstammbaums und seiner Theorie wird uns in einem anderen Aufsatz auf diese Verhältnisse nochmals zurückführen.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. 4. Lieferung. Bogen 31—40. p. 481—640. Mit vielen Abbildungen, Tabellen, Diagrammen und Tafeln. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff 1913 (vergl. dies. Centralbl. 1913. p. 784).

Das vorliegende Heft enthält den Schluß der Darstellung der Calcium-Natriumsilikate des Apophyllits, sowie des Pektoliths, Thäniolits und Rivaits. Es folgen die Doppelsalze und Mischungen von Magnesium-, Calcium- und Eisensilikaten, und zwar zuerst das Calcium-Magnesiumorthosilikat (Calcium-Magnesium-Olivin: Monticellit, Batrachit und Kalkeisenolivin oder Eisenmonticellit). Daran schließen sich die Calcium-Magnesium-Metasilikate, die Pyroxengruppe und die Amphibolgruppe. Besprochen werden die konstituierenden Silikate und die Unterschiede zwischen Pyroxen und Amphibol, darauf die Pyroxene speziell, und zwar Diopsid und Pyroxene mit Tonerde und Eisenoxyd (Tonerdeaugite), sodann die Amphibolgruppe, und zwar Tremolit und Aktinolith (Strahlstein, Richterit), Asbest, Zillerit und Hornblende. Fast die ganze Liefe-

rung ist von dem Herausgeber, C. Doelter, bearbeitet, nur die Darstellung des seltenen Rivaits ist von F. Zambonini und die der Zilleritanalysen von A. Fersmann. **Max Bauer.**

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. 5. Lieferung. 1914. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. p. 649—822. Mit vielen Abbildungen im Text, Tabellen, Diagrammen und Tafeln.

Diese mit einem Titelbogen nebst Autoren- und Sachregister versehene Lieferung bildet den Schluß der ersten Hälfte des zweiten Bandes. Sie enthält den Schluß der Hornblende von C. Doelter; sodann: Nephrit und Jadeit von Max Bauer; Anhang zur Amphibolgruppe und Rhodusit (Abriachantit) von C. Doelter; Aloisiit von H. Leitmeier; Mangan- und Eisenoxydulsilikate, Orthosilikate, Tephroit (Manganorthosilikat) und Fayalit (Eisenoxydulsilikat) von C. Doelter; schwefelhaltige Orthosilikate von Be, Mn und Fe und Helvin von M. Dittrich (†); Danalith, Metasilikate des Mangans und Eisens, Rhodonit (Manganoxydulsilikat), Grünerit (Eisenmetasilikat), Dannemorit, Eisennatronamphibole, Änigmatit, Barkevikit, Arfvedsonit, Riebeckit, Krokydolith, chlorhaltige Mangan- und Eisenhydrosilikate, Friedelit, Pyrosmalith, wasserhaltige Mangan- und Eisenhydrosilikate, wasserhaltige Mangan-Calciumsilikate, Schizolith und Inesit von C. Doelter; Nickelsilikate und magnesiumfreie Nickelsilikate, Röttisit und Comarit, Nickelmagnesiumsilikate, Neponit und Nickelgymnit von H. Leitmeier; Analysenmethoden der Kupfer-, Zink- und Bleisilikate von M. Dittrich (†); Kupfersilikate, Dioptas und Chrysokoll (Kieselkupfer) von C. Doelter; Zinksilikate, Willemit (Zinkorthosilikat), isomorphe Mischungen von Zn_2SiO_4 mit den Orthosilikaten von Mn, Fe und Mg, Kieselzinkerz, Kaliumzinksilikate, Calciumzinksilikate (Hardystonit) und Klinoëdrit von K. Endell; Bleisilikate von Hj. Sjögren; Alamosit von E. Dittler; Barysil (Barysilit), Ganomalit und Nasonit von Hj. Sjögren; Molybdophyllit von E. Dittler; komplexe Bleisilikate, Melanotekit, Kentrolith und Hyalotekit von Hj. Sjögren; Pilbarit von E. Dittler; Röblingit von H. Leitmeier. **Max Bauer.**

C. W. C. Fuchs: Anleitung zum Bestimmen der Mineralien. 6. Auflage. Bearbeitet von R. Brauns. Gießen bei Alfred Töpelmann. 1913. 223 p. Mit 27 Textfiguren.

Die fünfte Auflage dieser wohlbekannten und weit verbreiteten Tabellen, ebenfalls schon von R. Brauns bearbeitet, ist 1907 erschienen und in diesem Centralbl. 1907, p. 762 besprochen worden. Die gegenwärtige Auflage ist durchaus neu durchgesehen, ergänzt und verbessert, namentlich in dem Abschnitt über mikrochemische Analyse, wobei die neueste Literatur über diesen Gegenstand be-

nützt wurde. Kristallographische Zeichen und Winkelwerte wurden im IV. Teil vielfach gestrichen, da hier fast nur derbe Mineralien in Frage kommen; einige Winkelwerte der wichtigsten Mineralien sind im V. Teil zusammengestellt. Im übrigen ist die Einrichtung geblieben wie bisher. Die Zahl der Seiten hat um drei zu, die der Abbildungen um eine abgenommen. **Max Bauer.**

George Frederick Kunz: The Curious Lore of Precious Stones being a description of their sentiments and folk lore, superstitions, symbolism, mysticism, use in medicine, protection, prevention, religion and divination, cristallgazing, birthstones, luckystones and talismans, astral zodiacal and planetary. Philadelphia und London, J. B. Lippincott Company. 1913. 460 p. mit 86 z. T. farbigen Illustrationen.

Der rühmlichst bekannte Verf., dem wir schon so viele wichtige Mitteilungen über die Eigenschaften und das Vorkommen der Edelsteine, namentlich der amerikanischen, verdanken und der die Kenntnis der hierher gehörigen Mineralsubstanzen gefördert hat wie kein anderer, beschenkt uns hier mit einem Buch, in dem im wesentlichen die Rolle dargestellt ist, die die Edelsteine im Gefühlsleben aller Völker und aller Zeiten gespielt haben und noch spielen. Die Literatur ist in allen Sprachen, besonders in der englischen, reich an Werken, die die natürlichen Eigenschaften der Edelsteine und die Art und Weise ihres Auftretens in der Natur mehr oder weniger eingehend darstellen. Ein Werk wie das vorliegende hat bis jetzt in dieser Ausführlichkeit nicht existiert; in kürzerer Form hat derselbe Verfasser den Gegenstand allerdings schon behandelt in dem Buch: Natal stones, Sentiments and Superstitions Associated with Precious Stones, das schon in der 21. Auflage erschienen ist. Man sieht hieraus, wie groß das Interesse weiter Kreise auch für diesen Zweig der Edelsteinkunde ist. Der Stoff ist in folgender Weise gegliedert: Abergläubische Ideen und deren Quellen und Ursachen; Verwendung von Edelsteinen und Halbedelsteinen zu Talismanen und Amuletten; Verwendung einzelner spezieller Edelsteine zu diesen Zwecken; Verwendung von geschnittenen Steinen zu Talismanen; Glücks- und Unglückssteine; Kristallkugeln und Kristallspiegel; religiöse Verwendung von Edelsteinen bei Heiden, Juden und Christen; Brustschild des Hohepriesters; Geburts- (und Monats-) Steine; Beziehungen der Edelsteine zu den Planeten und den anderen Sternen; therapeutische Verwendung von Edelsteinen und Halbedelsteinen. Verf. hat das in der ganzen zivilisierten Welt in den Sammlungen und Bibliotheken aufbewahrte Material zur Ausarbeitung seines Buches benützt und so ein Werk geschaffen, das an erschöpfender Reichhaltigkeit und Zuverlässigkeit nicht so leicht übertroffen oder auch nur erreicht werden kann.

Zahlreiche gute charakteristische farbige und schwarze Tafeln und Abbildungen im Text erläutern die Darstellung. Von ihnen sei besonders die erste Tafel hervorgehoben, auf der in vorzüglicher Weise die Erscheinungen der Sternsteine und ähnliches anschaulich gemacht werden. **Max Bauer.**

Hermann Michel: Die künstlichen Edelsteine. ihre Erzeugung, ihre Unterscheidung von den natürlichen und ihre Stellung im Handel. Leipzig bei Wilhelm Diebener. 1914. 109 p. mit 33 Textfiguren.

Der Verf., Leiter der technischen Untersuchungsanstalt für Edelsteine in Wien, kommt durch diese zusammenfassende knappe Darstellung alles dessen, was über künstliche Edelsteine bekannt ist, einem Bedürfnis entgegen, da der Gegenstand nicht nur hohes wissenschaftliches, sondern in immer steigendem Maß großes praktisches Interesse besitzt. Um beiden Seiten gerecht zu werden, beschränkt Verf. seine Mitteilungen nicht auf die Edelsteine, deren synthetische Nachbildungen schon eine Rolle im Edelsteinhandel spielen, sondern er betrachtet auch die, bei denen dies noch nicht der Fall ist, wie den Diamant und andere. Es wird zuerst der Begriff der Mineralsynthese auseinandergesetzt und daran eine Besprechung des Zwecks und der Methoden derselben angefügt. Hierauf folgen eingehende Mitteilungen über die künstliche Darstellung der einzelnen Edelsteine, erst derer, die schon im Handel eine Rolle spielen (Korund und Spinell), sodann derer, bei denen dies noch nicht der Fall ist (Diamant, Quarz, Chalcedon, Opal, Alexandrit, Smaragd, Phenakit, Euklas, Topas, Spodumen). Anhangsweise werden einige Imitationen von Türkis und Cordierit erwähnt. Ein wichtiger Abschnitt ist der über die Unterscheidungsmerkmale der natürlichen und der synthetischen Steine, und zwar der mikroskopischen, der Färbungen, sowie der Farbenänderungen und der Lumineszenzerscheinungen unter dem Einfluß von Radium-, Röntgen-, Kathoden- und ultravioletten Strahlen. Den Schluß bildet die Betrachtung des Einflusses der synthetischen Steine auf den Preis und Absatz der natürlichen, der Handelsbezeichnung der ersteren und ihres Exports nach Indien (Ceylon). Überall ist nicht nur das Bekannte in möglichster Vollständigkeit zusammengestellt, sondern auch vielfach durch eigene Beobachtungen geprüft und ergänzt. Dies gilt besonders für den Abschnitt über die Erkennungsmerkmale, der durch zahlreiche instruktive Mikrophotogramme erläutert ist. Auch die Kennzeichen der echten Edelsteine werden hier mitgeteilt. Verf. spricht stets von Kunststeinen, welches Wort er der von den Fabrikanten gewünschten Bezeichnung als synthetischen Steinen vorzieht. Vielleicht ließe sich einer etwaigen neuen Auflage ein vollständiges Verzeichnis der schon recht umfangreichen Literatur anfügen. Besonders hervorgehoben sei die schöne Ausstattung des Buches. **Max Bauer.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Systematik der Konkretionen.

Von **Raphael Ed. Liesegang.**

Wie bei der Bildung sehr vieler Kristalle handelt es sich bei den Konkretionen um eine Sammlung von Stoffen, welche vorher weit verstreut waren. Von den verschiedenen möglichen und notwendigen Einteilungsarten der Konkretionsentstehungen befaßt die erste sich damit, ob der betreffende Stoff, während er sich konzentrierte, als solcher schon vorhanden war, oder ob er sich durch eine chemische Umsetzung von zwei oder mehr Stoffen oder durch einen Zerfall neu bildete. Allerdings hat diese, wie fast jede andere scharf begrenzte Einteilung etwas Gewaltsames an sich. Denn häufig findet eine chemische Neubildung statt, der Stoff wandert jedoch in übersättigter Lösung noch. Andererseits kann z. B. Calciumcarbonat ursprünglich in der Umgebung verteilt vorhanden gewesen sein, Kohlensäure kann es als Bicarbonat löslich machen, und ein Entweichen von Kohlensäure kann die Fällung unter Konkretionsbildung veranlassen. Anfangs- und Endmaterial sind hier chemisch gleich; während der Wanderung aber lag ein chemisch verschiedener Stoff vor.

Gerade eine Anerkennung ihrer Unvollkommenheit vermag eine neue Einteilungsart doch vorläufig annehmbar zu machen. Denn der Benutzer weiß dann, daß die Grenzen keine scharfen sein sollen, und daß zuweilen ein Fall sowohl unter A wie B untergebracht werden kann. Eine Zweiteilung genüge deshalb für

Einteilung I:

A. Entstehung aus Vorhandenem,

B. Entstehung unter chemischer Neubildung.

Der erwähnte Calciumcarbonatfall wäre dabei wohl im allgemeinen unter A, der andere unter B einzuordnen.

IA könnte Unterabteilungen erhalten, je nachdem der Stoff

a) in Lösung,

b) als Schmelze,

c) in Gasform

zugeführt wird. Und eine noch weitere Gliederung würde darüber aussagen, ob der Stoff

α) als Ganzes oder

β) nur intermediär

in dem betreffenden Aggregatzustande war.

So würde die Bezeichnung I A $\alpha\beta$ darauf hinweisen, daß es sich bei der Konkretionsbildung um eine Art OSTWALD-Reifung handelt, bei welcher feine Teilchen eines Stoffes vermittels einer intermediären Lösung zu größeren Teilen zusammentreten.

Besonders zu erwähnen ist die Notwendigkeit, daß es sich um eine echte und nicht etwa um eine kolloide Lösung handelt. Denn letztere würden in einem beweglichen Medium zwar ausflocken und Absätze bilden können, aber sie würden als nichtdiffusibel nicht zu einem Ort hingedrängt werden. wo aus einem beliebigen Grunde ihre Ausscheidung erfolgt.

Für I B sind die gleichen Unterabteilungen gültig, und zwar ohne Zusatz dann, wenn die Ausscheidung infolge eines Zerfalls des wanderungsfähigen Stoffes erfolgt. Handelt es sich aber um die Reaktion zweier Stoffe, so ist noch einzuschieben:

d) eine Komponente fest.

Bei diesen chemischen Neubildungen muß man natürlich Aussagen über beide Stoffe machen, z. B.

a a = beide sind gelöst,
a c = einer gelöst, der andere gasförmig,
d c = fest und gasförmig.

II berichtet über die verschiedenen Anlässe für den Übergang in den festen Zustand.

War die Substanz vorgebildet (I A), so gilt wieder das gleiche wie für das Auskristallisieren, nämlich

A. Verminderung des Lösemittels
  a) durch Verdunsten,
  b) durch Zutritt einer leichter löslichen, chemisch aber unwirksamen Substanz.
B. Abkühlung.
C. Druckvermehrung (in einigen Fällen aber auch Druckverminderung).

Das, was zur Schieferung eines Gesteins führt, kann also zugleich die Konkretionsbildung in diesem veranlassen. Aus dieser Möglichkeit einer Syngenese ergeben sich Aufklärungen über manche Beziehungen der Schieferstruktur zur Konkretion. — Bei der Druckvermehrung durch Niedersinken in die Tiefe oder durch Überlagerung mit anderen geologischen Schichten entsteht meist ein Widerstreit mit der Wirkung der gleichzeitigen Temperaturerhöhung.

Eine eigenartige Sammlung der Materie mag schon hier erwähnt werden, obgleich sie mit gleichem Recht auch erst unter III unterzubringen wäre, nämlich

D. durch Temperaturerhöhung.

Denkt man nämlich an die Kornvergrößerung des Chlor- oder Bromsilbers in den photographischen Emulsionen durch Erhitzung, so ist es nicht notwendig anzunehmen, daß erst bei der Wieder-

abkühlung des vom Magma erhitzt gewesenen Nebengesteins die Kornvergrößerung (Fruchtschieferbildung) eingetreten sei. Die Hitze wirkt hierbei nur dadurch, daß sie eine intermediäre Lösung des fein verteilten Stoffs ermöglicht. Dadurch kommt nach den von OSTWALD entwickelten Prinzipien ein Wachsen einiger weniger bevorzugter Körner auf Kosten der vielen anderen zustande. Ein Zutritt von nur Spuren eines Lösemittels kann übrigens im gleichen Sinne wirken.

Die Hervorbringung von Ausscheidungen durch

E. chemische Umsetzung

trifft für jene Fälle zu, welche schon unter IB erwähnt wurden. Natürlich können dieselben durch die vorgenannten erheblich beeinflußt werden.

Durch eine Gravitationswirkung (Fließen) und durch Kapillarkräfte können Konkretionen nicht zustande kommen.

III. Gründe für die Lokalisierung des Niederschlags. — Versucht man eine Systematik, so ist es üblich, zunächst eine scharfe Abgrenzung des Begriffs gegenüber anderen vorzunehmen. Hier möge umgekehrt einmal mehr Wert darauf gelegt werden, seine nahen Beziehungen zu anderen zu betonen. Auf die genetische Verwandtschaft zu vielen Kristallbildungen wurde bereits hingewiesen, und dies wird auch noch weiter geschehen. Die Erörterung über die Lokalisierung macht es notwendig, von den Beziehungen mancher Konkretionen zu allgemeinen Bodenverkittungen und Ähnlichem zu sprechen.

Vielfach sind sie tatsächlich nichts anderes als „lokale Verkittungen". Denn man sieht z. B., wie in Sanden eine große von Calciumcarbonat verkittete Lage seitlich in Konkretionen ausläuft. Mit dem gleichen Recht könnte man natürlich umgekehrt die ganze Lage als eine ungeheure Konkretion bezeichnen.

Selbstverständlich kann eine Unregelmäßigkeit der äußeren Bedingungen, wie eine lokale stärkere Verdunstungsmöglichkeit oder Abkühlung, trotz gleichmäßiger Materialzufuhr zu lokalen Bevorzugungen der Niederschlagsbildung führen. Aber diese Momente sollen hier nicht alle rubriziert werden. Die Einteilung beschränke sich vielmehr in der Hauptsache auf diejenigen Beeinflussungen, welche von Keimen ausgeübt werden.

Waren vor Beginn der Abscheidung schon überall Keime vorhanden, so kommt es kaum zu Übersättigungserscheinungen, und es tritt daher überall dort die Ausscheidung ein, wo das unter II Angeführte eine Konzentration bewirkt, welche die normale Sättigung nur eben überschreitet. Das gibt also eine gleichmäßige Verkittung, und keine normale konkretionäre Abscheidung. Anders ist es aber, wenn

A. einige wenige Keime vorhanden sind.

Erfolgt die Konzentrationszunahme genügend langsam, so diffundiert die übersättigt gelöste oder überschmolzene Materie zu den wenigen Keimen und vergrößert sie zu Konkretionen.

Welcher Art sind die hierbei wirksamen Keime? Zunächst können es sein:

a) feste Teile des gleichen Stoffes, welcher sich abscheidet.

Als Beispiel hierfür können Molluskenschalen in dem vorher erwähnten Sand, welcher mit Kalklösung imprägniert wird, genannt werden. Ferner Bestandteile von Nebengesteinsbrocken, welche in ein Magma gerieten.

b) Vorkeime.

Es sind dies feste Teile einer anderen Substanz, welche — namentlich bei Neubildungen des Niederschlagsstoffs — sich mit einem der Niederschlagskomponenten in die Substanz des zu erwartenden Niederschlags umsetzen. [Als Beispiel, welches allerdings für die Geologie nicht in Betracht kommt, sei angeführt: Von oben dringe Jodkalium, von unten Silbernitrat in eine Gallerte ein. In dieser seien einzelne Chlorsilberpartikel enthalten. Diese verwandeln sich unter der Einwirkung des Jodkaliums in Jodsilber.] Auf diese Weise entstehen natürlich Keime, welche den unter a) genannten entsprechen. Sie unterscheiden sich von jenen nur dadurch, daß sie erst kurz vorher gebildet werden.

c) Keime, welche auf physikalische Weise die Fällung auslösen.

Für deren Wirksamkeit kommen z. B. Adsorptionen des in Bildung begriffenen Stoffs in Betracht. Ferner derartige Vorgänge, wie das Entweichen eines Teils der Kohlensäure aus gelöstem Calciumbicarbonat durch ein vom Sprudel aufgewirbeltes Sandkorn. [Wenn man nämlich die auf dem Boden der Tiefsee liegenden Manganknollen als Konkretionen bezeichnet, so kann dies mit gleichem Recht auch bei dem einzelnen sich bildenden Sprudelstein geschehen.] —

Waren andererseits

B. keine Keime vorhanden,

so hängt es von zahlreichen Nebenumständen ab, ob eine zusammenhängende Verkittung oder eine konkretionäre Fällung entsteht. Das geht z. B. auch hervor aus den Untersuchungen von Hatschek über die Reduktion einer Goldchloridlösung in Kieselsäuregallerte zu metallischem Gold. Das eine Reduktionsmittel veranlaßte eine ziemlich homogene Verteilung des Goldes; bei anderen trat es in gebänderter Form auf, bei noch anderen aber in unregelmäßig verteilten Kristallen. Bei Versuchen mit anderen Materialien erhielt Hatschek Sphärokristalle, die in der betreffenden Gallerte weit voneinander entfernt waren. Je nach dem in Betracht kommenden Stoff und dem Medium, in welchem die Reaktion vor sich

geht, sind die Beeinflussungen der Keimzahl so verschiedene, daß sie sich vorläufig schwerlich in ein System bringen lassen.

Für das Verständnis all dieser Keimwirkungen ist es sehr wesentlich, daß weder die Keimsubstanz kristallin zu sein braucht, noch daß dieses für die darauf anwachsende Substanz notwendig ist. Denn auch ein kolloides, amorphes Pulver kann durch Keimwirkung die Abscheidung aus der übersättigten Lösung des gleichen Stoffs bewirken, und letzterer kann sich in ebensolcher Form darauf ablagern.

Keine Keimwirkungen kommen in Betracht, wenn der zudringende Stoff an einzelnen Stellen des Mediums

C. eine chemische Umsetzung mit einer vorhandenen festen Masse eingeht.

Hierzu würden gehören

a) die Verdrängungs-Pseudomorphosen nach Kristallen und Organismenresten,

b) Umkrustungen (exogene Fällungen) um solche.

Zwar rechnet man das unter a) Genannte nicht zu den Pseudomorphosen. Aber die näheren Erläuterungen, welche im folgenden Abschnitt hierüber gegeben werden, lassen erkennen, daß die Unterschiede zwischen a) und b) meistens mehr quantitativer als qualitativer Natur sind. Deshalb muß eine genetische Einteilung die Pseudomorphosen berücksichtigen, wenn damit auch durchaus nicht ihre Zurechnung zu den eigentlichen Konkretionen verlangt wird.

IV. Die Einteilung nach der Wachstumsrichtung spielte schon lange eine große Rolle.

Todd unterschied Konkretionen und „Inkretionen", Johnsen Konkretionen und Sekretionen, Dana zentrifugale und zentripetale Konkretionen.

Überall dort, wo Keimwirkungen eine Rolle spielen, geht das Wachstum natürlich vom Keim aus, zentrifugal, vor sich. Das braucht allerdings nachher nicht immer so klar erkennbar zu sein. Denn eine spätere Umwandlung, z. B. durch Verwitterung, kann von der Peripherie zur Mitte fortgeschritten sein. Und ebenso die Kristallisation einer zuerst nicht kristallin angelegten Konkretion oder die Umkristallisation beim Übergang in eine andere Modifikation.

Spielen dagegen bei der Konkretionsbildung die chemischen Umwandlungen eine größere Rolle, so erfolgt ebenso leicht ein zentripetales Wachstum. Wie die Richtung allein durch Konzentrationsunterschiede bedingt sein kann, mögen die folgenden Versuche erläutern:

Ein Steinsalzwürfel werde mit einer konzentrierten wässerigen Silbernitratlösung übergossen. Das Silbernitrat verwandelt zuerst

die oberste Schicht des Würfels unter vollkommener Erhaltung der Form in Chlorsilber. Diese Schicht wird von weiterem Silbernitrat durchdrungen, welches nun immer tiefere Lagen des Kochsalzes umwandelt. So entsteht eine Pseudomorphose von Chlorsilber nach Steinsalz. Die Fällung des Silbers ist also endogen.

Bei einem zweiten Versuch wird die aufgezogene Silbernitratlösung wesentlich verdünnter, z. B. 25prozentig, genommen. Jetzt bildet sich der Chlorsilberniederschlag nicht dort, wo vorher Chlornatrium war, sondern als Kruste über dem Kristall. Der (exogene) Niederschlag wächst also zentrifugal. Die Chlorsilberlagen werden diesmal nicht vom Silbernitrat durchdrungen, sondern vom Chlornatrium. War die Kristallform in der ersten Zeit noch in der Umkrustung zu erkennen, so ist das später nicht mehr der Fall. Denn die Abrundung nimmt immer mehr zu. — Derartige Umwandlungsprodukte werden natürlich nicht mehr zu den Pseudomorphosen gerechnet und interessierten deshalb den Mineralogen bisher weniger. Jedoch zitierte schon Blum in seinem Pseudomorphosenbuch eine diesbezügliche Angabe von Ullmann über die natürliche Umwandlung des Kalkspats in Malachit. Dieser beschreibt, wie die Kristalle an der Oberfläche erst matt werden, dann sich mit äußerst kleinen rundlichen Erhöhungen bedecken. Bei zunehmender Ausdehnung der letzteren wird der regelmäßige Umriß des Kristalls allmählich verdrängt, und eine nierenförmige oder traubige Gestalt wird hervorgerufen.

Zu einer solchen exogenen Ablagerung ist besonders auch das Eisenhydroxyd geneigt, welches Stücke von kohlensaurem Kalk metasomatisch verdrängt. In diesem Fall wandert die aus dem Eisensalz hydrolytisch abgespaltene Säure zum Kalk, wird dort neutralisiert und das Eisenhydroxyd fällt an der Peripherie aus. Letzteres vermag keine vollkommene Pseudomorphose nach dem Kalkstück zu geben, weil es als kolloide Substanz kein Diffusionsvermögen besitzt. So können die im Sande liegenden Muschelschalen Anlaß zu lokalen runden oder ovalen Verkittungen der Sandkörner mit Eisenhydroxyd führen. Der Kalk kann teilweise oder auch vollkommen weggeführt sein. — Zum gleichen Resultat kann auch eine zentrifugale Eisendiffusion führen, z. B. die exogene Fällung der unter dem Einfluß der Atmosphärilien entstandenen Abbauprodukte eines Pyritkristalls. Die wanderungsfähige Zwischenstufe war hierbei das schwefelsaure Eisenoxydul. Andererseits kann die gleiche Reaktion aber auch eine vollkommene Pseudomorphose von Eisenhydroxyd nach Pyrit schaffen.

Wie einzelne Kristalle verhalten sich in diesen Beziehungen auch Kristallaggregate oder amorphe Stoffe. — Man kann also unterscheiden:

A. die endogenen Fällungen,
B. die exogenen Fällungen.

Da zuweilen nacheinander bei dem gleichen Gegenstand die Reaktion nach den beiden Richtungen hin erfolgt, wäre noch hinzuzunehmen:

C. eine Kombination der vorigen.

Von den anderen Einteilungsmöglichkeiten ist in erster Linie diejenige nach rein chemischen Gesichtspunkten zu erwähnen. Aber ein weiteres Eingehen darauf scheint hier unnötig zu sein, da sie sich den in der Mineralogie und Petrographie üblichen Einteilungen anschließt.

Eine andere könnte darüber aussagen, ob die eigentliche Konkretionssubstanz, d. h. der Verkittungsstoff, kristallin sei oder amorph. Ferner darüber, ob eine kristalline Substanz primär so entstanden sei, oder ob sie erst sekundär, z. B. aus einer anfänglichen gallertigen Ablagerung hervorging.

Hier wäre aufmerksam zu machen auf die Unterschiede in der Ausbildung des kohlensauren Kalkes einerseits in den einheitlichen Kristallen von Fontainebleau, welche die Sandkörner einhüllen, und andererseits in sehr feinkörnigen oder schutzkolloidreichen Medien, welche eine derartige Kristallisation verhindern.

Derartiges würde ferner hinüberführen zu einer Einteilnng je nach dem Medium, in welchem die Konkretionen entstehen. —

Eine richtige Unterbringung gegebener Konkretionen in derartigen Systemen wird natürlich vorläufig in sehr vielen Fällen noch nicht möglich sein. So hatte Liesegang einmal die Lebacher Knollen unter III C b untergebracht. O. M. Reiss führt dagegen neuerdings Gründe dafür an, daß sie unter III A c gehören.

Einstweilen kann aber die Systemaufstellung wenigstens darin einige Dienste leisten, daß sie eine Kennzeichnung der Erklärungsversuche mittels weniger Zeichen ermöglicht.

Die Konstitution von Zinkblende, Wurtzit und Hauerit.

Von **A. Beutell** und **M. Matzke** in Breslau.

I. Teil: Zinkblende und Wurtzit.

Nachdem A. Beutell (dies. Centralbl. 1911, No. 21, p. 663 und No. 13, p. 411) für Kobaltglanz und Glaukodot und E. Arbeiter (Inaug.-Diss. Breslau 1913) für Pyrit und Markasit den Beweis erbracht hatten, daß die Dimorphie auf verschiedener chemischer Konstitution beruhe, haben wir es unternommen, auch zwei Monosulfide, nämlich Zinkblende und Wurtzit, nach dieser Richtung zu untersuchen. Zunächst mußte festgestellt werden, ob die Zusammensetzung genau der Formel S M entspricht, denn J. Weber hatte in seiner Arbeit „Beiträge zur Kenntnis einiger polymorpher Körper“

(Groth Zeitschr. 1908. 44. p. 212) behauptet, daß in der Zinkblende zu viel und im Wurtzit zu wenig Schwefel gefunden würde.

Zu diesem Zwecke wurden zwei Zinkblenden und zwei Wurtzite verschiedener Fundorte der quantitativen Analyse unterworfen, deren Resultate die Tabelle 1 enthält.

Tabelle 1.

	Zinkblende Laurenburg, Nassau	Zinkblende Picos de Europa, Spanien	Wurtzit Přibram, Böhmen	Wurtzit Albergaria velha, Port.
Zn	65,38	65,44	62,64	59,70
S	32,75	33,38	32,10	32,90
Fe	0,90	0,40	2,43	6,02
Pb	0,36	—	0,41	0,15
Cu	0,35	—	—	—
Sn	0,05	0,45	—	—
Cd	—	—	1,84	1,07
Unlösl. Rückst.	0,16	—	0,30	0,13
Summe	99,95	99,67	99,72	99,97
M : S	1,0 : 1,0	1,0 : 1,0	1,0 : 1,0	1,0 : 1.0

Die Analysen führen auf das Verhältnis 1 : 1 zwischen Metall und Schwefel; es ist also weder zuviel noch zu wenig Schwefel vorhanden.

Auch die Vakuumdestillation mit Silberblech nach einer von A. Beutell angegebenen, sehr scharfen Methode (dies. Centralbl. 1913, No. 24, p. 758—767) erbrachte den Beweis, daß freier oder in fester Lösung befindlicher Schwefel nicht vorhanden war. Um noch einige andere, wichtige Fundorte zu berücksichtigen, wurden außer den beiden bereits analysierten noch Zinkblenden von Ems, Andreasberg und Sonora (Mexiko) auf überschüssigen Schwefel geprüft, doch war das Ergebnis ebenfalls negativ. Nach unseren, sich allerdings nur auf fünf Fundorte erstreckenden Untersuchungen können wir die J. Weber'schen Resultate nicht bestätigen. Nur zwei mit Markasit verunreinigte Blenden enthielten Spuren freien Schwefels, der sich aber zweifelsohne durch die Oxydation des Markasits gebildet hatte, wie aus der Untersuchung von E. Arbeiter (a. a. O.) geschlossen werden muß.

Nachdem wir uns durch die angeführten Versuche vergewissert hatten, daß bei der Zinkblende von Laurenburg und bei dem Wurtzit von Přibram auf 1 Atom Schwefel genau 1 Atom Metall kommt, legten wir diese beiden Vorkommen unseren Untersuchungen über die chemische Konstitution zugrunde. Um festzustellen, ob alle in den beiden Sulfiden vorhandenen Schwefelatome gleichwertig sind, wurden die Mineralpulver vorsichtig oxydiert, wobei wir die von E. Arbeiter (a. a. O.) mit Erfolg angewandte Methode unseren Zwecken anzupassen versuchten.

Als Oxydationsmittel verwandten wir zunächst verdünnte Lösungen von Wasserstoffsuperoxyd und zuletzt atmosphärische Luft. Eine ausführliche Darstellung aller ausgeführten Versuche bringt die demnächst erscheinende Dissertation von M. Matzke; hier seien nur die Hauptergebnisse zusammengestellt. Die folgende Tabelle 2 gewährt einen Einblick in die mit verdünnten Lösungen von Perhydrol an Zinkblende und Wurtzit gefundenen Resultate. Es wurde nicht das übrigbleibende Erzpulver analysiert, sondern das in Lösung befindliche Zink und der zu Schwefelsäure oxydierte Schwefel bestimmt.

Tabelle 2.

% H_2O_2	Tage	mg Zn	mg S	Zn-Atome	S-Atome	Verhältnis
			Zinkblende			
3	1¼	37,1	19,1	0,57	0,59	1 : 1
3	1¼	37,2	18,9	0,57	0,58	1 : 1
1	4	29,2	14,0	0,45	0,44	1 : 1
1	4	28,4	14,5	0,44	0,45	1 : 1
½	11	30,4	14,8	0,46	0,46	1 : 1
¼	20	33,8	16,3	0,52	0,51	1 : 1
3	120	43,9	21,8	0,67	0,68	1 : 1
3	120	46,0	22,4	0,70	0,70	1 : 1
			Wurtzit			
3	1¼	19,0	10,1	0,29	0,31	1 : 1
3	1¼	19,6	10,2	0,30	0,31	1 : 1
1	4	14,9	7,8	0,23	0,24	1 : 1
½	11	24,2	11,5	0,37	0,36	1 : 1
½	11	22,7	11,5	0,35	0,36	1 : 1
¼	20	28,5	14,5	0,44	0,45	1 : 1
3	120	46,5	23,2	0,71	0,72	1 : 1
3	120	44,5	21,6	0,68	0,68	1 : 1

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, hat sich sowohl bei der Zinkblende wie beim Wurtzit Zink und Schwefel in dem Atomverhältnis 1 : 1 gelöst. Die Ursache des Mißerfolges ist darin zu suchen, daß selbst die verdünnteste Schwefelsäure eine genau äquivalente Menge Zinkoxyd zu Zinksulfat verwandelt. Um diesen Übelstand zu beseitigen, wurden die Perhydrollösungen nunmehr mit Natriumcarbonat alkalisch gemacht, damit die durch Oxydation entstehende Schwefelsäure kontinuierlich neutralisiert wurde. Nach Beendigung des Versuches wurde die Lösung, welche den oxydierten Schwefel in Form von Natriumsulfat enthielt, abfiltriert und der Rest des Erzpulvers mit verdünnter Essigsäure behandelt, um das

gebildete Zinkcarbonat in Lösung zu bringen. Über die erhaltenen Resultate gibt die Tabelle 3 Aufschluß.

Tabelle 3.

500 mg Erzpulver in 50 cm³ H_2O_2-Lösung und 2 cm³ n-CO_3Na_2-Lösung.

% H_2O_2	Tage	mg ZnO	mg SO_4Ba	Zn-Atome	S-Atome	Zn : S
			Zinkblende			
3	3	10,3	24,8	0,13	0,11	1.18 : 1
1	4	15.0	35,0	0,18	0,15	1,20 : 1
½	4	10,5	24,8	0,13	0,11	1,18 : 1
1	26	28,3	61,1	0,35	0,26	1,34 : 1
1	30	22,0	47,3	0,27	0,20	1,35 : 1
½	20	20.5	41,7	0,25	0,18	1,39 : 1
½	38	18,9	36,3	0.23	0,16	1,50 : 1
½	50	24.9	45,8	0,31	0,19	1,63 : 1
			Wurtzit			
3	3	14.3	38,8	0,17	0,17	1,00 : 1
1	4	19.3	53,1	0,24	0,23	1,04 : 1
½	4	30,0	86,1	0,37	0,36	1,02 : 1
1	26	52,7	129,2	0,65	0,55	1,18 : 1
1	30	46,8	136.8	0,58	0,58	1,00 : 1
½	20	22,4	49.0	0,27	0,21	1,28 : 1
½	38	25,5	63,0	0,31	0,27	1,15 : 1
½	50	30,0	79,6	0,37	0.34	1,09 : 1

Das Verhältnis des gelösten Zinks zum oxydierten Schwefel (Zn : S) schwankt bei der Zinkblende zwischen 1,18 : 1 und 1,63 : 1, und zwar weisen die verdünntesten Perhydrollösungen und die längsten Versuche die höchsten Zahlen auf. Beim Wurtzit ist das Verhältnis mit wenigen Ausnahmen 1 : 1.

Es geht aus diesen Versuchen unzweideutig hervor, daß bei der Zinkblende nur ein Teil des Schwefels zu Schwefelsäure oxydiert wird, und daß der oxydierte Anteil um so geringer ist, je verdünnter das Wasserstoffsuperoxyd ist. Der Grund für diese Erscheinung ist darin zu suchen, daß ein Teil des nicht oxydierten, d. h. des bei der Zersetzung in fester Form abgeschiedenen Schwefels hinterher von dem Perhydrol zu Schwefelsäure oxydiert wird. Um diese störende Nebenwirkung auf das Mindestmaß herabzudrücken, wurden die folgenden Versuche nur mit ganz verdünntem Wasserstoffsuperoxyd ausgeführt. Von der Erwägung ausgehend, daß das Erzpulver von dem gebildeten Zinkcarbonat eingehüllt und dadurch vor der weiteren Oxydation geschützt wird, haben wir bei einem

Tabelle 4.

(* bedeutet Zusatz von Natriumacetat und Essigsäure.)

No.	% H_2O_2	Tage	mg ZnO	mg SO_4Ba	Zn-Atome	S-Atome	Zn : S
				Zinkblende			
1	*¼	4	60,5	164,9	0.75	0,71	1,06 : 1
2	*¼	4	61,5	165,1	0,76	0,71	1,07 : 1
3	*⅛	4	22,0	56,6	0.27	0,24	1,13 : 1
4	*⅛	4	21,3	54,4	0,26	0,23	1,13 : 1
5	¼	28	19,0	48,0	0.24	0,21	1,15 : 1
6	¼	28	18.2	46.4	0,23	0,20	1,15 : 1
7	¼	77	20.6	44,4	0,25	0,19	1,32 : 1
8	¼	77	21,1	44,9	0,26	0.19	1,37 : 1
9	⅛	83	17,1	36,4	0,22	0,15	1,47 : 1
10	⅛	83	18,3	37,9	0,23	0,16	1,45 : 1
11	¼	95	16,8	34,2	0,21	0,15	1,40 : 1
12	¼	95	16,7	34,4	0.21	0,15	1,40 : 1
13	⅛	98	14,0	23,7	0,17	0,10	1,70 : 1
14	⅛	98	14,4	24.2	0,18	0,11	1,64 : 1
15	*Luft	92	3,7	6,5	0,47	0,27	1,74 : 1
16	*Luft	92	3,9	6,4	0,48	0,27	1,78 : 1
17	Luft	123	23,4	34,3	0.29	0,15	1,93 : 1
18	Luft	123	20,0	29,2	0,25	0.13	1,92 : 1
				Wurtzit			
1	*¼	4	23,8	68,3	0,29	0,29	1,00 : 1
2	*¼	4	23,1	66,6	0,28	0.28	1,00 : 1
3	*⅛	4	38,1	102.5	0,47	0,44	1,07 : 1
4	*⅛	4	38,9	106.4	0,48	0,46	1,04 : 1
5	¼	29	15,9	39,8	0,19	0,17	1,12 : 1
6	¼	29	14.7	38,4	0,18	0.16	1,12 : 1
7	⅛	35	4,2	11,5	0,05	0,05	1,00 : 1
8	⅛	35	5,9	15,2	0,07	0,07	1.00 : 1
9	¼	77	13,3	32,9	0.16	0.14	1,14 : 1
10	¼	77	14,7	35,7	0,18	0.15	1,20 : 1
11	⅛	83	10,3	25,8	0.13	0,11	1,18 : 1
12	⅛	83	9,7	26,7	0,12	0.11	1,09 : 1
13	¼	95	14,1	39,8	0,17	0,17	1,00 : 1
14	¼	95	14,0	38,9	0,17	0.17	1,00 : 1
15	⅛	98	9,6	26,4	0,12	0,11	1,09 : 1
16	⅛	98	9,2	26,2	0,11	0,11	1,00 : 1
17	*Luft	63	1,8	5,2	0,22	0,22	1,00 : 1
18	*Luft	63	2,4	6,8	0,29	0,25	1,16 : 1
19	Luft	60	1,5	4,6	0,18	0,19	0,95 : 1
20	Luft	60	1,5	4.1	0.18	0,17	1,06 : 1
21	Luft	123	3,1	8,7	0,38	0,37	1,03 : 1
22	Luft	123	2,6	7,7	0,32	0,33	0,97 : 1

Teil der Versuche statt des Natriumcarbonats Acetat und Essigsäure zugesetzt, wobei die freie Schwefelsäure ebenfalls neutralisiert und gleichzeitig das Zinkoxyd gelöst wird. Schließlich wurden, um eine nachträgliche Oxydation des abgeschiedenen Schwefels unmöglich zu machen, auch Oxydationsversuche (ohne Wasserstoffsuperoxyd) unter Durchleiten von Luft angestellt. Die Tabelle 4 (p. 267) enthält die gefundenen Resultate.

Bei der Zinkblende finden wir dasselbe Bild wie in der vorigen Tabelle. Nur die Luftoxydation, bei der die nachträgliche Oxydation des abgeschiedenen Schwefels kaum noch merklich ist, ergeben bedeutend höhere Verhältnisse. Ausschlaggebend sind bei der Zinkblende die beiden letzten Versuche 17 und 18, welche je 123 Tage gelaufen waren und die auf das Verhältnis Zn : S wie 1,93 : 1 und 1,92 : 1 führen. Hingegen müssen die Versuche 15 und 16 als unzuverlässig angesehen werden, da sich bei ihnen zu geringe Mengen (noch nicht 4 mg ZnO) gelöst hatten.

Das Verhältnis des gelösten Zinks zum oxydierten Schwefel Zn : S erreicht beinahe den Grenzwert 2 : 1.

Es wird bei der Oxydation der Zinkblende die eine Hälfte des Schwefels abgeschieden, die andere zu Schwefelsäure oxydiert.

Die Versuche am Wurtzit machen es bereits sehr wahrscheinlich, daß sein gesamter Schwefel zu Schwefelsäure oxydiert wird, doch erheischen die auftretenden Schwankungen noch einige ergänzende Versuche. Da es möglich war, daß hierbei die Verunreinigungen des Wurtzits eine Rolle spielten, so erschien es wünschenswert, noch einige Versuche mit ganz reinem Wurtzit anzustellen. Leider kommt jedoch solcher in der Natur nicht vor, und so mußten wir denselben künstlich durch Erhitzen von reiner Zinkblende im Vakuum darstellen. Bei dieser Gelegenheit konnten wir die zuerst von E. T. Allen und J. L. Crenshaw (Zeitschr. f. anorg. Chem. 1912. 79. p. 125 u. ff.) gemachten Angaben über die Umwandlung von Zinkblende in Wurtzit voll bestätigen. Die Tabelle 5 enthält die mit reinem Wurtzit erzielten Resultate.

Tabelle 5. Wurtzit.

% H_2O_2	Tage	mg ZnO	mg SO_4Ba	Zn-Atome	S-Atome	Zn : S
$\frac{1}{8}$	76	7,5	22,0	0.93	0,94	0,99 : 1
$\frac{1}{8}$	76	9,9	29,0	1,22	1,24	0,98 : 1
$\frac{1}{8}$	84	27,2	74,5	3,36	3,20	1,05 : 1
$\frac{1}{8}$	84	25,7	71,8	3,17	3,08	1,03 : 1
Luft	78	4,2	12,9	0,52	0,55	0,95 : 1
Luft	78	4,1	11,7	0,51	0,50	1,02 : 1

Es ist hiernach sichergestellt, daß sich beim reinen Wurtzit aller Schwefel zu Schwefelsäure oxydiert, daß also in der Lösung Zn : S = 1 : 1 ist.

Qualitativ kann man auf ziemlich einfache Weise feststellen, ob sich bei der Oxydation eines Sulfides Schwefel abscheidet oder nicht. Erhitzt man Pulver von Zinkblende in einem mit einer Quecksilberpumpe verbundenen Kaliglasrohr auf etwa 600° im Vakuum und läßt dann Luft einströmen, so tritt eine unvollständige Oxydation ein. Pumpt man nun wieder aus, so erscheint sofort an den kalten Teilen des Rohres ein deutlicher Schwefelbeschlag. Das gleiche Experiment mit Wurtzit ausgeführt, verläuft resultatlos. Diese Reaktion ist wichtig, weil sie uns rasch und leicht einen Einblick in die Zersetzungsvorgänge aller Arten von Sulfiden verschafft.

Für die rhomboedrischen Sulfide, Arsenide und Antimonite hatte Groth (Tab. Übersicht. 1898. p. 19) eine Verdoppelung der Formel vorgeschlagen, weil nur auf diese Weise eine Strukturformel für das dreiwertige Arsen und Antimon aufzustellen ist. Er nimmt daher folgenden Aufbau an.

```
   S            As            Sb
R<   >R      R<    >R      R<  |  >R
   S            As            Sb
```

Das gleiche Verhalten der Schwefelatome im Wurtzit ist mit der Groth'schen Formel in Einklang.

Die Molekularformel der Zinkblende kann nach unseren Untersuchungen nicht SZn sein, da sich die eine Hälfte des Schwefels anders verhält als die andere. Die doppelte Formel würde zwar zwei Schwefelatome enthalten, doch ist es nicht möglich, für S_2Zn_2 eine Strukturformel aufzustellen, die zwei verschieden gebundene Schwefelatome enthält. Da sich in der verdreifachten Formel wegen der ungeraden Anzahl der Schwefelatome die eine Hälfte nicht anders verhalten kann als die andere, so muß die Formel wenigstens vervierfacht werden. In diesem Falle sind verschiedene Möglichkeiten vorhanden, doch reichen unsere Resultate nicht aus, um eine bestimmte Konstitutionsformel wahrscheinlich zu machen. Das von W. H. und W. L. Bragg (Proceed. Roy. Soc. London A 89. p. 286) mit Hilfe von Röntgenstrahlen abgeleitete, atomistische Kristallgitter der Zinkblende, das durch ein Stereophotogramm (Groth, Zeitschr. 1914. 54. p. 70) sehr schön veranschaulicht wird, gibt keinen Anhalt für die chemische Verschiedenheit der Schwefelatome.

II. Teil: Hauerit.

Der Hauerit wird ganz allgemein in die Pyritgruppe gestellt, obgleich er sich von den übrigen Mineralien der Gruppe durch eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach dem Würfel unterscheidet.

In chemischer Hinsicht hat er das allgemeine Interesse der Mineralogen durch eine Beobachtung Strüver's (dies. Centralbl. 1901. p. 257 und p. 401) auf sich gelenkt, die nachgewiesen hatte, daß Hauerit, auf Silber- oder Kupferblech gelegt, einen dunklen Fleck von Schwefelsilber beziehentlich Schwefelkupfer hervorbringt. Der Umstand, daß er diese Eigenschaft mit dem Pyrit teilt, wenn sie der letztere auch in viel geringerem Grade aufweist, spricht eher für als gegen seine Zugehörigkeit zur Pyritgruppe. Auch die Arbeit von A. Beutell (dies. Centralbl. 1913. No. 24. p. 758—768), der den Nachweis erbracht hatte, daß die Abgabe des Schwefels an Metalle der Einwirkung des Luftsauerstoffs zuzuschreiben ist, hatte die Frage nach der Zugehörigkeit zur Pyritgruppe nicht entschieden, doch konnte E. Arbeiter (Inaug.-Diss. Breslau 1913) feststellen, daß auch der Pyrit bei der Oxydation Schwefel abspaltet.

Erst quantitative Versuche können Klarheit bringen, und so haben wir es unternommen, den Hauerit einer eingehenden Untersuchung nach dieser Richtung zu unterwerfen. Die quantitative Analyse eines Haueritkristalls von Raddusa ergab folgende Werte:

S	53,27 %
Mn	46,47 „
Fe	0,03 „
SiO_2	0,16 „
Summe	99,93 %

Der für die Aufklärung seines chemischen Verhaltens eingeschlagene Weg ist derselbe wie bei der Zinkblende und beim Wurtzit: durch vorsichtige Oxydation, wozu sich die Luft als völlig ausreichend erwies, sollte das Verhältnis zwischen gelöstem Mangan und oxydiertem beziehentlich abgeschiedenem Schwefel festgestellt werden.

Das Haueritpulver wurde in Glaskölbchen geschüttet, mit Wasser, dem etwas Natriumcarbonat oder Acetat zugefügt war, übergossen und durch Einleiten von Luft oxydiert. Große Schwierigkeiten bereitete die Trennung der gebildeten Manganhydroxyde von dem unzersetzten Haueritpulver, weil dasselbe sowohl durch verdünnte Mineralsäuren wie auch durch organische Säuren unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zersetzt wird. Erst nachdem wir festgestellt hatten, daß Salzsäure den Hauerit quantitativ nach der Gleichung

$$S_2Mn + 2\,ClH = Cl_2Mn + SH_2 + S$$

zersetzt, daß mithin einem Molekül S_2Mn genau ein Molekül SH_2 entspricht, konnten wir durch Bestimmung des Schwefelwasserstoffs die Menge des unzersetzten Hauerits und hiermit auch die Menge der gebildeten Manganhydroxyde ermitteln. Bezüglich genauerer

Angaben verweisen wir auf die im Druck befindliche Dissertation von M. Matzke. Tabelle 6 enthält die Analysenresultate.

Tabelle 6. Hauerit.

No.	mg Hauerit	Zusatz	Monate	mg oxydiertes S	mg oxydiertes Mn	S : Mn
1	187,4	CO_3Na_2	7	2,14	82,48	0,05 : 1
2	130,1	CO_3Na_2	7	1,57	57,74	0,05 : 1
3	317,6	CO_3Na_2	6	1,99	103,37	0.03 : 1
4	327,4	CO_3Na_2	6	1,32	134,04	0,02 : 1
5	285,3	$C_2H_3O_2Na$	6	4,41	120,74	0,08 : 1
6	180,4	$C_2H_3O_2Na$	6	4,59	65,34	0,12 : 1

Sieht man von den Versuchen 5 und 6 ab, die deshalb nicht maßgebend sind, weil die gebildete Essigsäure geringe Mengen SH_2 erzeugt hat, der sich dann unter Schwefelabscheidung durch den Luftsauerstoff oxydierte, so ergibt sich, daß nur Spuren von Schwefelsäure gebildet sind. Da dieselben wahrscheinlich durch Oxydation des abgeschiedenen Schwefels entstanden sind (was auch aus der alkalischen Reaktion des Hauerits geschlossen werden muß), so ist damit der Beweis erbracht, daß die Oxydation des Hauerits ohne Bildung von Schwefelsäure vor sich geht.

Vergleicht man hiermit das Verhalten des Pyrits, bei dem $\frac{3}{4}$ des Schwefels oxydiert werden (E. Arbeiter, Inaug.-Dissert. Breslau 1913. p. 20), so besteht kein Zweifel mehr, daß die Konstitution des Hauerits von der des Pyrits verschieden sein muß. Der Hauerit kann daher nicht in die Pyritgruppe gehören.

Vielleicht spielt hierbei die Wertigkeit des Mangans eine ausschlaggebende Rolle. Während im Pyrit jetzt allgemein das Eisen als zweiwertig angenommen wird, ist es sehr wohl möglich, daß das Mangan im Hauerit, wie bei den Dioxyden, vierwertig auftritt. Für die Ermittlung der Molekulargröße sowie für die Aufstellung einer Strukturformel ist der erbrachte Nachweis, daß sich die Schwefelatome im Hauerit gleichverhalten, leider sehr ungünstig.

Ergebnisse.

1. Die Dimorphie des Zinksulfids beruht auf verschiedener chemischer Konstitution.

2. Die Behauptung J. Weber's, daß die Zinkblende mehr, der Wurtzit hingegen weniger Schwefel enthält, als der Formel SZn entspricht, wird durch unsere Untersuchungen nicht bestätigt.

3. Freier, etwa durch Oxydation gebildeter Schwefel konnte weder bei frischer Zinkblende noch bei Wurtzit nachgewiesen werden.

4. Die Umwandlung von Zinkblende in Wurtzit beim Erhitzen konnten wir bestätigen.

5. Bei der langsamen Oxydation der Zinkblende mit Hilfe von Luft wird die eine Hälfte des Schwefels abgeschieden, die andere zu Schwefelsäure oxydiert.

6. Bei der langsamen Oxydation des Wurtzits wird aller Schwefel zu Schwefelsäure oxydiert.

7, Qualitativ läßt sich durch Destillation im Vakuum die Bildung von freiem Schwefel bei der Oxydation nachweisen, wenn man Zinkblende im Vakuum erhitzt, dann Luft einströmen läßt und wieder auspumpt.

8. Der Hauerit erleidet an der Luft eine rasche Zersetzung, wobei der sämtliche Schwefel ohne Bildung von Schwefelsäure abgeschieden wird.

9. Aus diesem, vom Pyrit verschiedenen Verhalten, muß geschlossen werden, daß die chemische Konstitution ganz anders ist als die des Pyrits.

10. Der Hauerit gehört nicht in die Pyritgruppe.

Breslau, Min. Institut der Universität, Juli 1914.

Zu J. Samojloff's Mitteilung „Über die Modifikationen des Witherits beim Erhitzen“.

Von **H. E. Boeke.**

Zu der Mitteilung des Herrn J. Samojloff in dies. Centralbl. 1915. p. 161—163 möchte ich bemerken, daß die dort beschriebenen Beobachtungen schon eingehend behandelt wurden in: H. E. Boeke, Carbonatschmelzen unter Kohlensäuredruck. II.; Über Witherit, Alstonit, Barytocalcit und Strontianit. Mitt. d. Naturforsch. Ges. zu Halle a. S. 1913. **3.** p. 13. Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1914. I. -9-.

Frankfurt a. M., Mineral. Institut der Universität.

Zur Systematik der Erzlagerstätten.

Von **R. Beck** in Freiberg.

In dies. Centralbl. 1915. No. 3. p. 77—82 hat Herr A. Sachs in Breslau sich über das obige Thema geäußert. Da er hierbei auch die in meinem Lehrbuch vom Jahre 1900 niedergelegte Einteilung der Erzlagerstätten berücksichtigt, sehe ich mich veranlaßt, in dieser Sache das Wort zu ergreifen.

Wenn der Verfasser meine Stellung in dieser Frage zum Ausdruck bringen wollte, hätte er unbedingt nicht die I., sondern

die III. Auflage meines Lehrbuches zitieren müssen, in welcher sich eine in vieler Beziehung von jener Darstellung sehr verschiedene Systematik zugrunde gelegt findet. Diese ist übrigens auch in der mir vorliegenden II. Auflage des 1. Bandes von F. Beyschlag, P. Krusch und J. H. L. Vogt „Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine", Stuttgart 1914, meiner Ansicht nach nicht genügend gewürdigt worden, da das Originelle daran, das entwicklungsgeschichtliche Moment, in ihrer Besprechung p. 251—252 gar nicht erwähnt wird. Es heißt nur kurz: „In der dritten Auflage (1909) nähert sich der Autor mehr unserer Gruppierung", was insofern ja richtig ist, als die kontaktmetamorphen Lagerstätten unmittelbar hinter die magmatischen gestellt sind, wie es jene Verfasser zuerst eingerichtet haben.

Um meine 1909 ausgeführte Auffassung zur Geltung zu bringen, erlaube ich mir, die damaligen Ausführungen hier zu wiederholen:

Ursprünglich sind alle Metalle im Inneren der Erde als Bestandteile von geschmolzenen Gesteinsmassen vorhanden gewesen. Aus diesem Ursitz sind sie zugleich mit den Magmen in obere, dem Forscherauge des Menschen und seinen Schätze suchenden Händen zugängliche Regionen der Erdkruste emporgestiegen. Ein Teil schied sich in inniger Gesellschaft mit den übrigen Bestandteilen des Magmas oder auch nach vorheriger räumlicher Absonderung von ihnen ohne weiteres aus dem Schmelzfluß aus. Diese nennen wir Erze als magmatische Ausscheidungen. Ein anderer Teil wurde während der Erstarrung des Magmas, getragen von Dämpfen und Gasen, in benachbarte ältere, meist sedimentäre Gesteine hineingepreßt und nahm hier während der Umkristallisierung dieser Nachbargesteine im Kontakt mit den Eruptivmassen feste Form an. Wir nennen diese kontaktmetamorphe Erzlagerstätten. Ein und derselbe Eruptivvorgang vermag beide Arten gleichzeitig und eng beieinander zu erzeugen.

Einer späteren Phase der Abkühlung und Erstarrung eines unterirdischen Magmaherdes dagegen entspricht eine weitere Reihe von Lagerstätten:

Auf Spalten und anderen Wegen, Schichtfugen, Zerrüttungszonen, porösen Gesteinsbänken dringen auch nach der Intrusion von Eruptivmassen aus tiefer liegenden Herden, wo noch ähnlich zusammengesetzte Magmen einem allmählichen Kristallisationsprozeß unterworfen sind, wässerige und gasförmige Lösungen in überhitztem Zustand in die auflastenden älteren Gebirgsmassen, wie auch in die zuletzt erstarrten Eruptivgebilde hinein. Es beginnt somit die Tätigkeit der postvulkanischen Thermen und Exhalationen. Auch sie enthalten Metalle und andere zum Aufbau von Erzen dienende Materialien und geben sie frei, wenn der auf ihnen lastende Druck nachläßt, oder ihre Temperatur sinkt, oder wenn endlich gewisse Reaktionen mit Teilen der umgebenden Gesteine eine Aus-

fällung bedingen. Auf Spalten oder in vertikalen oder steilgeneigten Zerrüttungszonen bilden sich so die Erzgänge, in geeigneten Schichten, die einen Zutritt jener Lösungen und einen Absatz der in ihnen enthaltenen Metalle erlaubten, sei es direkt oder mittels molekularen Austausches, den wir gern Verdrängung nennen, kommen Erzlager und Erzstöcke zustande.

Weil alle bisher angeführten Gruppen außer der ersten die Eigentümlichkeit haben, daß ihr Metallinhalt später hinzugekommen ist, als die Hauptmasse ihres ja einer früheren Bildungsperiode entstammenden Nebengesteins, nennen wir sie Erzlagerstätten epigenetischer, die erste Gruppe aber, die der rein magmatischen Erze, eine solche von syngenetischer Art. Dieses zweite Einteilungsprinzip ist jedoch dem rein entwicklungsgeschichtlichen, das die zeitliche Folge in der Entstehung betont, untergeordnet.

Alle diese Lagerstätten, mit wenigen Ausnahmen, sind unterirdisch gebildet worden. Denudation und Erosion indessen in Verbindung mit gewaltigen tektonischen Vorgängen entfernen allmählich die sie verhüllende oberste Erdkruste und legen die Erze frei. Jetzt gelangen diese unter den Einfluß der Atmosphäre und der Oberflächenwasser. Eine hauptsächlich chemische, teilweise auch mechanische Umformung setzt ein, deren erste Erzeugnisse wir als Hutbildungen im weitesten Sinne bezeichnen. Hierbei tritt zunächst nur in sehr beschränktem Maße ein Transport des Metallinhaltes der Lagerstätten ein. Bald aber nimmt dieser größeren Umfang an.

Lösungen von Metallverbindungen entstehen in der Hutregion bei der chemischen Zersetzung älterer Erzansammlungen unter dem Einfluß der Atmosphärilien. Solche Lösungen vermögen weite Reisen auszuführen und sich unter Umständen hierbei so zu konzentrieren, daß eine Wiederausscheidung der Metalle, jetzt vielleicht in anderen chemischen Verbindungen, erfolgt. Eine solche Präzipitation oder Ausfällung, die auch durch das Hinzutreten natürlicher Reagenzien in Form von anderen Lösungen oder in Gestalt fester Körper begünstigt werden kann, vermag auf der Erdoberfläche am Grunde von Meeren, Binnenseen, Sümpfen, langsam fließenden Bächen und Rinnsalen stattzufinden. Es entstehen so sedimentäre Lagerstätten. Diese vermögen mit erzfreien Sedimenten mechanischer oder chemischer Natur abzuwechseln. Weil ihr Material ungefähr gleichzeitig mit dem Material dieser liegenden oder hangenden Gesteine entstanden ist, müssen auch diese schichtigen Erzlagerstätten als syngenetisch bezeichnet werden.

Ein anderer Teil der an der Oberfläche bei der Zerstörung älterer Erzansammlungen entstandenen Lösungen verläßt das Licht des Tages. Er folgt Klüften, Zerrüttungszonen, Schichtfugen, porösen Gesteinsbänken, kurz ganz denselben Wegen, die wir auch

schon aszendierenden thermalen Wässern als offenstehend bezeichnet hatten. Auch diese absteigenden Lösungen finden günstige Bedingungen für die Ausfällung ihrer metallischen Last. Das Lösungsmittel kann eingeengt werden durch Verdunstung. Noch häufiger finden Reaktionen mit anderen Lösungen statt oder mit Mineralien des Nebengesteins. Jedenfalls ist der Erfolg der gleiche, wie wir ihn bei der Ausfällung von Metallverbindungen aus aufsteigenden thermalen Wässern sahen. Auch hier entstehen epigenetische Erzgänge, Erzlager und Erzstöcke. Da nun ferner aufsteigende thermale und absteigende Oberflächenwässer sich mischen können, da endlich deszendierende Wässer in die Thermosphäre eintreten, hier metallische Bestandteile mittels einer Auslaugung des Nebengesteins hinzunehmen und dann wiederum aszendieren können, ist es untunlich, diese Erzgänge, Erzlager und Erzstöcke, die sozusagen epigenetische Gebilde II. Ordnung sind, von jenen I. Ordnung in unserem System zu trennen.

Aber auch eine völlige Zertrümmerung von fast rein mechanischer Art kann alle älteren Lagerstätten ergreifen, wenn sie an die Erdoberfläche gerückt und dem Angriff von Wasser, Luft, Frost und Hitze preisgegeben werden. Solche Trümmer, denen sich feste Rückstände von der rein chemischen Zerstörungsarbeit zugesellen, unterliegen meist einem mehr oder minder weiten Transport ebenfalls vorwiegend mechanischer Art. Es entstehen so, wenn die Kraft der Transportmittel, des fließenden Wassers, wohl auch der Winde oder ganz selten von Gletschereis, nachläßt und Wiederabsatz erfolgt, abseits von den ursprünglichen Geburtsstätten der Erze die Trümmerlagerstätten. Sie werden besonders, wenn sie von geologisch jüngerem Alter sind, gern Seifen genannt. Nicht nur alle früher von uns abgeleiteten Erzlagerstätten, sondern auch die selbst erst sekundären syngenetischen Erzlager und die epigenetischen Erzgänge, Erzlager und Erzstöcke II. Ordnung vermögen zur Entstehung solcher Trümmerlagerstätten Anlaß zu geben. Auch diese letzte Gruppe selbst gehört übrigens nach unserem zweiten Einteilungsprinzip zu den syngenetischen Gebilden, aber, wie man sagen möchte, zu solchen II., III. oder noch weiterer Ordnung.

Fassen wir das Gesagte tabellarisch zusammen, so besteht ein logisch geordnetes System der Erzlagerstätten nach Maßnahme ihrer Entwicklungsgeschichte aus folgenden Gliedern (siehe Tabelle auf p. 276).

Meiner Meinung nach ist dieses System, das die Genesis unter starker Betonung der relativen zeitlichen Aufeinanderfolge zugrunde legt, logisch genügend begründet.

Im allgemeinen werden freilich alle solche systematische Einteilungen sich nur für kleinere Übersichten, wobei man sich nur ausgesuchter weniger Beispiele zu bedienen braucht, konsequent

Nach den Phasen ihrer Entwicklungsgeschichte geordnet		Nach dem relativen Alter zwischen Erz und Nebengestein bezeichnet
I. Erze als magmatische Ausscheidungen		Syngenetische Gruppe A
II. Kontaktmetamorphe Erzlagerstätten		Epigenetische Gruppe A
III. Erzgänge IV. Erzlager V. Erzstöcke	Morphologische Fazies einer genetisch einheitlichen Gruppe	Epigenetische Gruppe B
VI. Hutbildungen		Epigenetische Gruppe C
VII. Sedimentäre Erzlager		Syngenetische Gruppe B
VIII. Trümmerlagerstätten (Seifen)		Syngenetische Gruppe C

durchführen lassen, ohne den Stoff zu sehr zu zerreißen. Bei der Darstellung der Vielheit der in Frage kommenden Erscheinungen in umfangreichen Vorlesungen und größeren Handbüchern empfiehlt es sich dagegen, die große Masse der einzelnen Lagerstätten geographisch zu ordnen, nachdem das genetische System an wenigen Vorkommnissen durchgeführt worden ist. Vor allem aber bei der Aufstellung der Erzlagerstätten in den Museen dürfte diese rein praktische Methode die einzig richtige sein. So werden auch wir in dem neuerbauten mineralogisch-geologischen Institut der Bergakademie zu Freiberg das Museum für Lagerstätten in der Weise einrichten, daß eine kleinere, namentlich auch bei den Vorlesungen zu benutzende Abteilung das genetisch-entwicklungsgeschichtliche System vor Augen führt, bei weitem die große Hauptmasse der Belegstücke jedoch nach geographischen Provinzen angeordnet sein wird.

Was nun endlich die von A. Sachs in dem zitierten Aufsatz angegebene Einteilung anlangt, so hält das Neue daran Einwänden wohl kaum stand.

Unter I. primäre Lagerstätten führt er auf:

A. pneumatogene,
   1. syngenetische: Zinnerzvorkommen,
   2. epigenetische: Exhalationslagerstätten,

und bemerkt hierzu das Folgende:

„Als den Typus der pneumatogen-syngenetischen Lagerstätten betrachte ich die primären Zinnsteinvorkommen.“ — — „Die Vorkommen sind entweder stockförmig (Zinnstockwerke) oder gangförmig. Ich halte beide Formen für syngenetisch. Ich glaube,

daß die erzbildenden Dämpfe gleichzeitig mit dem Magma emporgestiegen sind, daß die Umsetzungsprozesse noch im schmelzflüssigen Magma erfolgten, und daß der Absatz in den Spalten, die als Kontraktionsspalten aufzufassen sind, gleichzeitig mit der Spaltenbildung während der Verfestigung erfolgte."

In diesen Sätzen muß zunächst die Gegenüberstellung von Zinnstockwerken und Gängen Widerspruch erregen, denn „Stockwerke" sind bekanntlich Schwärme von kleinen, nach allen möglichen Richtungen einfallenden Gängen. Mit „Stöcken" haben sie nichts zu tun. Daß ferner die Umsetzungsvorgänge, so z. B. die Verdrängung des früher doch schon vorhandenen Feldspates durch Quarz, Topas, Lithionglimmer, Fluorit und Erze, noch im schmelzflüssigen Magma erfolgt sein soll, ist für jeden unverständlich, der einmal eine Zinnstein führende Greisenimprägnationszone mikroskopisch untersucht hat. Ebenso dunkel ist wohl der Satz, daß der Absatz in den Spalten, die als Kontraktionsspalten aufzufassen sind, gleichzeitig mit der Spaltenbildung während der Verfestigung erfolgte. Der Kontraktion muß doch die Verfestigung und Erkaltung vorausgehen! Vielleicht aber meint der Verfasser, daß von unten her, wo das Magma noch flüssig war, Dämpfe in die Kontraktionsspalten der oberen schon festen Teile eines Batholithen aufstiegen! Mag dem sein, wie es will, jedenfalls möchte ich daran erinnern, daß die Mineralien der Zinnerzganggruppe auch auf tektonischen Spalten z. T. mit ausgezeichneter Breccienstruktur Platz finden können, und daß solche Gänge mitunter weit in das nicht granitische, sogar mitunter überhaupt nicht eruptive Nebengestein hinausgreifen. Hier kann demnach von einer Umsetzung der Bestandteile des Magmas durch die Dämpfe noch während des schmelzflüssigen Zustandes gar nicht mehr die Rede sein.

Die Zinnerzgänge sind also nicht syngenetische, wie A. Sachs will, sondern epigenetische Bildungen, auch die pegmatitischen Abarten unter ihnen, wie der kürzlich von mir genau beschriebene Luxer Gang im Gneis bei Graupen im Erzgebirge[1], die A. Sachs konsequenterweise zu seiner Abteilung B. 2, seinen magmatogenen epigenetischen Bildungen oder Injektions- = Intrusivlagerstätten, stellen müßte.

[1] R. Beck, Die Zinnerzlagerstätten von Graupen in Böhmen. Mit 5 Tafeln und 15 Textfiguren. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanstalt. 1914. 64. 1. u. 2. H.

Die Stammesgeschichte der Elephanten.

Von **W. Soergel.**

(Schluß.)

IV. Der amerikanische Formenkreis.

Ein abschließendes Urteil über die amerikanischen Elephanten läßt sich heute mit aller Bestimmtheit noch nicht abgeben. Dazu fehlt es vor allem an modernen, umfassenden Bearbeitungen durch amerikanische Autoren, die bisher von dem reichen, in amerikanischen Museen aufgespeicherten Material nur einen geringen Teil durch Veröffentlichungen bekannt gemacht haben. Ältere und neuere Arbeiten leiden dabei, ebenso wie vielfach bei uns, unter den mangelhaften Kenntnissen der Autoren über die allgemeine Anatomie der Elephantenzähne. Trotzdem läßt sich aber die Entwicklung dieser Formen in den wichtigsten Zügen schon jetzt mit Sicherheit festlegen. Meine im folgenden vorgetragenen Ansichten basieren neben Literaturstudien besonders auf der Durcharbeitung eines guten Originalmaterials mexikanischer mitteldiluvialer Elephantenreste, die mir natürlich einen besseren Einblick in diese Formengruppe gewährten, als ihn die Literatur allein vermitteln kann; das Material werde ich gelegentlich an anderer Stelle veröffentlichen.

Die in Nord- und Mittelamerika vorkommenden fossilen Elephantenreste verteilen sich auf 3 Arten: *El. imperator* Leidy, *El. columbi* Falconer, *El. primigenius* Blumenbach. Von diesen ist *El. imperator* der geologisch älteste; er ist in seinem Vorkommen auf das (oberste Pliocän? und) älteste Diluvium beschränkt, wird jedoch gelegentlich auch aus dem mittleren Diluvium neben *El. columbi* angegeben. Die Datierung vieler Reste aus dem „Oberpliocän" sagt natürlich noch gar nichts über die Altersstellung der Fundschichten in der europäischen Gliederung. Gerade die Grenze zwischen Pliocän und Pleistocän ist bisher noch sehr verschieden gezogen worden. Die Momente, die ich an anderer Stelle [1] als wesentlich für die Fixierung dieser Grenze in Europa hervorgehoben habe, können einen Altersvergleich mit ähnlichen Schichten in Amerika auch nicht auf sichere Basis stellen. Bei der Unsicherheit der Grenzziehung ist es also keineswegs statthaft, für die Phylogenie allzu weitgehende Schlüsse aus der vermeintlichen Altersstellung zu ziehen, zumal niedrigeres Alter der Fundschichten als europäisches Oberpliocän auf Grund der Entwicklungshöhe des *El. imperator* äußerst wahrscheinlich, ja sicher ist.

Im Schädel- und im Stoßzahnhabitus entspricht *El. imperator*

[1] Die diluvialen Säugetiere von Baden. Mitteil. d. Großh. Bad. geol. Landesanstalt. 1914.

völlig den Formen der *Meridionalis-Trogontherii-Primigenius*-Reihe, mit deren älteren Vertretern (*El. trogontherii meridionalis*) er auch die gewaltige Größe gemein hat. Die Molaren stehen, soweit die Literatur hier überhaupt verläßliche Schlüsse ermöglicht, auf der Entwicklungshöhe des *El. trogontherii* oder richtiger des *El. trogontherii meridionalis*. Der Charakter der Zähne nach Schmelzfigur, Verhalten des Schmelzes, Lamellenumriß, Kaufläche etc. — also ohne Berücksichtigung der Mutationsmerkmale! — ist ausgeprägt „*Primigenius*“; also *Primigenius* auf einem primitiven Stadium. Man könnte die Art darin auch gewissen Formen des *El. trogontherii* vergleichen — hier erhöht oft die gleiche Entwicklungshöhe der verglichenen Objekte die Ähnlichkeit, und der Anfänger hängt in seinem Urteil häufig an solchen sekundären Fragen —, doch zeigen letztere mehr oder weniger Mischcharakter, sie sind gewissermaßen das Erz, aus dem im Laufe der Entwicklung das reine Metall, der reine kontinentale Typus, der „*Primigenius*-Typus“, herausgeläutert wurde. Diese Läuterung scheint die amerikanische Art schon frühzeitig bei der „Überwanderung“ durch die kontinentalen Gebiete Nordasiens bis ins kontinentale Nordamerika durchgemacht zu haben; alle Schlacken, wie sie unserer europäischen kontinentalen Gruppe noch lange als sogen. intermediäre oder nach *El. antiquus* hin schwankende Formen anhingen, hat die amerikanische Stammreihe frühzeitig unterdrückt. In dem stark kontinentalen Klima ihrer Wohn- und Wanderbezirke sind die rein kontinentalen Merkmalskomplexe über die letzten Reste der ozeanischen (*El. antiquus*-Reihe) restlos dominant geworden. Diese Rassenreinheit in allen Merkmalen ist der ganze Unterschied gegen unsere älteren *Trogontherii*-Formen, die auf gleicher Entwicklungsstufe stehen.

Auffällig könnte die in der Literatur angegebene beträchtliche Höhe der Molaren erscheinen, die nur selten von europäischen *Trogontherii*-Formen erreicht wird. Bei der außerordentlichen Größe der amerikanischen Art — bedeutende Größe ist übrigens in vielen Säugerstämmen charakteristisch für Formen, die unter sehr kontinentalem Klima leben — ist eine bedeutendere absolute Zahnhöhe nicht weiter merkwürdig. Ein Vergleich wäre also nur in relativen Höhenwerten möglich und von Belang. Wie ich nach der Literatur feststellen konnte, beruht die oft im Vergleich zu europäischen Höhenwerten abenteuerliche Höhe der *Imperator*-Molaren meist auf der Meßmethode der Autoren, die von der bei uns gebräuchlichen abweicht. Man mißt drüben nicht die Höhe an einer Lamelle, sondern quer über den Zahn: Wurzelteile werden meist mit berücksichtigt. Benutzt man dagegen unsere Methode — ich habe beide Methoden an Abbildungen geprüft —, so sinkt die große Höhe auf ganz normale Werte herab, die die entsprechenden Zahlen bei *El. trogontherii* kaum übertreffen.

Bezüglich seiner Vorfahren weiseu alle Merkmale des *El. imperator* eindeutig auf Europa. Die Abwanderung nach Osten kann höchstens erfolgt sein auf dem Stadium der Entwicklung, auf dem wir die Art in Amerika antreffen, wahrscheinlich etwas früher. Nehmen wir für die gesamten eurasiatischen Formen der *Meridionalis-Trogontherii*-Reihe einen anhaltenden Konnex durch Wanderungen, eine gleichsinnige und gleichschnelle Entwicklung in den großen Gebieten an, so können wir ungefähr angeben, wann sich von dieser Europa und ganz Nordasien bevölkernden Gruppe die direkten Vorfahren des *El. imperator* getrennt haben müssen.

Die Vorstellung, daß von Europa aus große Herden sich auf eine Art Wanderung über Sibirien nach Amerika begaben, daß auf diesen natürlich lange Zeit in Anspruch nehmenden Wanderungen die Formen nicht im gleichen Tempo sich weiter entwickelt hätten als die in Europa zurückgebliebene Stammform, diese Vorstellung ist natürlich unmöglich. Die Ostwanderungen haben wir uns als ein allmähliches Vordringen, gewissermaßen als ein Strömen zu denken, das niemals den Zusammenhang der gesamten Formenmasse zerriß. Es war eine langsame Vergrößerung des Verbreitungsgebietes, kein Wandern auf Wanderstraßen, kein „Wechseln“ im großen Maßstabe. Diese ostwärts gerichtete Vergrößerung des Verbreitungsgebietes hat auf die Weiterentwicklung der „wandernden“ Formen in den Mutationsmerkmalen keinesfalls einen hemmenden Einfluß ausgeübt. Gelangte doch die Art auf einer nicht durch geologische Ereignisse direkt erzwungenen „Wanderung“ ausschließlich in Gebiete, die ihr der bisherigen Entwicklung nach durchaus zusagen mußten und keineswegs besondere Kräfte der Formen in notwendigen Anpassungen an gänzlich neue Lebensbedingungen festlegte. Das Vordringen in kontinentalere Gebiete führte vielmehr, wie ich schon oben ausführte, zu einer spezielleren Entwicklung der Variationsmerkmale in einer schon eingeschlagenen Richtung, aus denen alle Anklänge an die ozeanische Gruppe (*El. antiquus*), alle Schlacken ausgeschieden wurden. Die Merkmale des kontinentalen Typus erlangten unbedingte Herrschaft.

Entspricht unsere Art dem *El. trogontherii meridionalis*, so dürfte der Übergang nach Amerika um die Zeit der alpinen Günzvereisung herum erfolgt sein. Sollte die Art aber wirklich schon in Ablagerungen vorkommen, die zeitlich unserem Oberplicän entsprechen, und entspräche die Art in diesen ihren ältesten Vertretern in der Entwicklungshöhe wirklich *El. meridionalis* — wofür ich allerdings in der amerikanischen Literatur absolut keinen Anhaltspunkt finde —, so wäre der Übergang nach Amerika natürlich schon ins Oberpliocän zu verlegen. In Anbetracht der mir bekannten paläontologischen Tatsachen und des Umstandes, daß unsere Art noch mit *El. columbi* zusammen gefunden worden sein soll — den Bestimmungen stehe ich sehr skeptisch gegen-

über —, wird man sich richtiger für unsere erste Altersdatierung entscheiden.

Wir müssen annehmen, daß die nach Amerika überwandernden Formen der *Meridionalis-Trogontherii*-Reihe schon beim Überwandern resp. kurz vorher besondere Charaktere gegenüber dem europäischen *El. trogontherii meridionalis* ausgebildet hatten, Charaktere, die in der weiteren Entwicklung sich zum „*Imperator*-Typus" steigerten. Es war also im ältesten Diluvium im Kreis der kontinentalen Elephantenformen eine Variationsbreite mit 2 Polen, *El. trogontherii meridionalis* im Westen und dem direkten Vorfahren des *El. imperator* im Osten vorhanden. Es ist klar, daß als direkter Vorfahr beider Pole die nächstältere Mutation in der kontinentalen Reihe zu gelten hat, das ist *El. meridionalis* des ältesten Diluviums, vielleicht auch des Oberpliocän. Als Vorfahr des *El. imperator* Leidy hat also jedenfalls *El. meridionalis* Nesti zu gelten.

Die zweite Art, *El. columbi* Falc., charakterisiert das amerikanische Mitteldiluvium, aus dem allerdings hin und wieder *El. imperator* angegeben wird. Von letzterer Art ist *El. columbi* lediglich unterschieden durch ein etwas fortgeschritteneres Entwicklungsstadium, durch größere Lamellenzahl an den Molaren, durch ausgesprocheneren Mammuttypus im Schädelbau und Stoßzahnform und schließlich durch meist geringere Größe. In allen übrigen Merkmalen besteht eine sehr große Übereinstimmung, und alles, was ich über den Habitus des *El. imperator*, über die reine Ausbildung des kontinentalen Merkmalkomplexes gesagt habe, hat auch für diese Art und soweit möglich in gesteigertem Maße Gültigkeit.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen beiden Arten sind, wie sich aus dem geologischen Vorkommen ebenfalls ergibt, außerordentlich enge. Mein von einem mexikanischen Fundort herstammendes Originalmaterial enthält sowohl Zähne, die als *El. imperator*, als solche, die als *El. columbi* bestimmt werden könnten. Zwischen beiden Arten besteht das gleiche Verhältnis wie zwischen *El. trogontherii meridionalis* und *El. trogontherii primigenius*. *El. columbi* ist der direkte Nachkomme des *El. imperator*; er entspricht dem *El. trogontherii* des Mindelglazials und des Mindel-Riß-Interglazials. Auch er zeigt gelegentlich, besonders natürlich im Oberkiefer, Molaren, die stark an die phylogenetisch höhere Stufe, an *El. primigenius* erinnern.

Diese enge Verwandtschaft der beiden Arten hatte auch Schlesinger ungefähr erschlossen, aber nicht für wahrscheinlich gehalten. Er schreibt S. 89 (I):

„Es wäre nicht ausgeschlossen, daß *El. columbi* und *El. imperator* in engerem verwandtschaftlichen Konnex stehen, die weit-

gehenden Ähnlichkeiten des ersteren mit *El. primigenius* lediglich Parallelerscheinungen sind und die gemeinsame Wurzel in *El. meridionalis* (russische Funde) oder noch tiefer zu suchen ist.

Wahrscheinlich ist es nicht."

Die dritte, in Amerika auf das jüngere Diluvium beschränkte Art ist *El. primigenius* Blumb. Er stimmt mit der eurasiatischen Form völlig überein, doch läßt sich zurzeit nicht entscheiden, ob wir hier eine autochthone Form, den Nachkommen der *Imperator-Columbi*-Reihe, oder westliche Zuwanderer aus Asien vor uns haben. Läßt sich diese Frage nicht einwandfrei aus den Fundverhältnissen, z. B. Zusammenvorkommen von *El. primigenius* mit *El. columbi*[1] — die Entwicklung zum „*Primigenius*" braucht ja in beiden großen Gebieten, in beiden Formenkreisen, die durch das amerikanische Inlandeis wiederholt lange getrennt wurden, nicht im gleichen Tempo vor sich gegangen zu sein; ich kenne von anderen Tierstämmen verschiedene Beispiele für eine solche Erscheinung — oder aus der geographischen Verbreitung der beiden Arten beantworten, so dürften nur sehr umfassende und ins einzelne gehende Studien eine Klärung bringen können. Denn die eventuellen jungdiluvialen Nachkommen des *El. columbi* müßten in allen wesentlichen Merkmalen völlig dem Mammut Eurasiens gleichen. Ich sehe vorläufig keine Anhaltspunkte, die mehr für eine der beiden Möglichkeiten sprächen. Haben wir aber neben eurasiatischen auch amerikanische, autochthone Mammute anzunehmen, so möchte ich eines betonen: An eine nochmalige Mischung der ganz gleichen — natürlich nur für den Paläontologen ganz gleichen — Nachkommen zweier seit Beginn des Pleistocän getrennter Stammreihen kann auf Grund von tatsächlichen Befunden an anderen Säugerstämmen, die ich anderen Orts besprechen werde, keinesfalls gedacht werden. Daß beide Endformen im jüngsten Quartär ihr Verbreitungsgebiet ineinandergeschoben oder daß asiatische Formen wiederholt in großen Herden nach Amerika hinübergezogen sind, ist natürlich sehr wohl möglich, ja wahrscheinlich.

Die amerikanische Formengruppe geht nach alledem auf primitivere Formen der europäischen Reihe *El. meridionalis-trogontherii-primigenius* zurück. Sie repräsentiert schon im älteren Diluvium den kontinentalen Typus in sehr reiner, bei der europäischen Gruppe erst im jungdiluvialen Mammut erreichten Form.

[1] Die Angaben des *El. primigenius* neben *El. columbi* in amerikanischen Arbeiten gründen sich meistens auf Oberkiefermolaren des *El. columbi*, die ihrer engeren Lamellenstellung wegen irrtümlich dem *El. primigenius* zugeschrieben werden.

Der Stammbaum der Elephanten.

	Afrika	Indien	Eurasien			Amerika
Gegenwart und Alluvium	*El. africanus*	*El. indicus*				
Jüngeres Diluvium	*El. africanus*	*El. indicus*	*El. antiquus* (z. B. Taubach-Ehringsdorf)		*El. primigenius* / *El. primigenius*	(*El. primigenius americanus*)?
Mittleres Diluvium		*El. hysudrindicus*	*El. antiquus* (z. B. teilweise Steinheim)	*El. melitensis*	*El. primigenius trogontherii*	*El. columbi*
Älteres Diluvium		*El. hysudrindicus*	*El antiquus* (z. B. Mauer)	*El. Falconeri*	*El. trogontherii primigenius* / *El. trogontherii meridionalis*	*El. imperator*
Ältestes Diluvium und oberes Oberpliocän		*El. hysudricus hysudricus*	*El. meridionalis antiquus*		*El. meridionalis meridionalis*	
Unteres Oberpliocän		*El. hysudricus primitivus*		*El. meridionalis primitivus*		
Mittelpliocän bis Unterpliocän	?	*El. planifrons* ?				

Schlußbemerkungen.

Die Resultate unserer stammesgeschichtlichen Erörterungen fasse ich in vorstehendem Stammbaum zusammen, in den ich, um Mißverständnisse möglichst zu vermeiden, sehr detaillierte Namen für die einzelnen Arten resp. Mutationen eingetragen habe.

Durch die Wanderungen der *Planifrons*-Nachkommen wird die weitere Entwicklung der Gattung, auf verschiedene Landgebiete verteilt, verschiedenen Einflüssen ausgesetzt. Ruhig weiterentwickelt hat sich bis auf den heutigen Tag die in der alten Heimat verbliebene Stammgruppe, deren Endglied *El. indicus* darstellt. Alle anderen, sämtliche Abkömmlinge der westlichen Abwanderer sind erloschen. Es ist ein schlagender Beweis für die von mir anderen Ortes[1] vorgetragene Ansicht, von der Bedeutung äußerer, klimatischer Einflüsse auf Entstehen und Vergehen von Arten, daß die Abwanderer sich ausschließlich in den Landgebieten so artenreich entwickelten und nach kurzer Blüte so schnell erloschen, in denen ausschließlich die diluviale Vereisung ihre größten Wirkungen erzielte. Klimatische, also außerhalb der Art des Individuums liegende Einflüsse sind es letzten Endes, die das Abspalten von Arten, Rassen und Varietäten bedingen, die den gesunden, nach vielen Richtungen hin widerstandsfähigen Stamm in eine Summe von Spezialformen zergliedern, die nur für ein Klima, für eine Lebensweise eingerichtet, für sie nur abgespalten sind. Ein Umschwung in diesen Lebensverhältnissen mußte ihr Schicksal besiegeln.

Auf den Mechanismus dieser Abspaltungen und Artbildungen und ihr Verhältnis zu den Resultaten der modernen Vererbungswissenschaft werde ich in einem anderen Aufsatz ausführlich eingehen. Hier sei nur noch auf die Ähnlichkeit hingewiesen, die unser Stammbaum im Prinzip mit den Stammbäumen anderer, gutbekannter Gattungen besitzt: Eine einfache Formenreihe führt aus der Vergangenheit in die Gegenwart hinein und besteht heute noch; ein viel verzweigter Seitenstamm mit zahlreichen spezialisierten Arten erlischt. Unter den Wirbellosen haben wir in der einfachen Stammlinie der Nautiliden und dem viel zersplitterten, erloschenen Seitenstamm der Ammoniten eine im Prinzip vollkommene Parallele.

Weimar, im Juli 1914.

[1] Das Aussterben diluvialer Säugetiere und die Jagd des diluvialen Menschen. G. Fischer, Jena, 1912.

Neues zum Fucoidenproblem.

Von **Friedrich Dettmer,** Freiberg i. Sa., zurzeit im Felde.

Mit 1 Textfigur.

In den Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden vom Jahre 1913 in Heft II habe ich kürzlich einige Einwände zu entkräften gesucht, die sich gegen die von mir gegebene Erklärnng gewisser problematischer Reste richteten. Da mich die politischen Ereignisse in absehbarer Zeit wohl kaum zu einer eingehenden Darstellung gelangen lassen werden, möchte ich noch einige Beobachtungen hier kurz anführen.



Aschemonia gigantea Dettmer 1914. Aus dem cenomanen Grünsandstein vom Weißen Berge bei Prag. Auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.

Schon seit längerer Zeit habe ich gefunden, daß die Röhren zuweilen von hellen Bleichungszonen gegliedert werden. Da die betreffenden Gesteinsabarten, in denen die Reste lagen, eine einwandfreie Deutung derselben nicht zuließen, bin ich bisher nur einmal (Abhandl. Isis, Dresden. 1913. II. p. 54), und zwar nur andeutungsweise darauf zu sprechen gekommen. Auf einer größeren böhmischen Reise, deren Ausführung ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Oberbergrat Prof. Dr. R. Beck, verdanke, ist es mir inzwischen gelungen, ganz einwandfreies Material zu erlangen. Eines der bezeichnendsten und daher hier abgebildeten Stücke entstammt dem glaukonitischen Sandstein des Weißen Berges bei Prag. Wir

haben hier ein anscheinend in lebhafter Strömung abgesetztes Sediment vor uns, denn grobe Lagen wechseln bunt und unregelmäßig mit feinkörnigen Schichten. Hierin findet man nun, ganz unregelmäßig zur Schichtung verteilt, zahlreiche Reste unserer problematischen Röhren. Allem Anscheine nach befinden sie sich nicht mehr an ursprünglicher, sondern an zweiter Stelle. Ein derartig verschwemmtes Bruchstück stellt unsere Abbildung dar. Die unregelmäßige Begrenzung der Röhrenenden beweist dies, ebenso eine starke Abnutzung der Seitenwandung. Offenbar erfolgte die Verschleppung, als noch genügend organische Substanz die agglutinierte Schale zusammenhielt, sonst würde sie wohl noch mehr gelitten haben. Die Schale zeigt zwei eiförmige Auftreibungen. Zwischen beiden, sowie unterhalb der größeren, befinden sich Scheidewände, die die Röhre in drei Kammern einteilen. Diese Scheidewände sind genau so gebaut wie die Röhrenwandungen, indem gleiche Korngröße der Sandkörner sowie gleichviel und gleichartige weiße Tonsubstanz als Bindemittel zu beobachten ist. Die Kammerscheidewände stehen schräg zu den Röhrenwandungen. — Daß wir es hier tatsächlich mit Scheidewänden zu tun haben und nicht mit späteren mineralischen Ausscheidungen, geht auch daraus hervor, daß das Ausfüllungsmaterial innerhalb der drei Kammern sehr verschiedenartig ist. So finden wir in der mittelsten nur ganz feinkörniges Material, während die beiden äußeren grobes enthalten, denn in die innere Kammer konnten Sand und Schlamm nur durch verhältnismäßig feine Öffnungen gelangen, während ihnen zu den äußeren Kammern beinahe fingerstarke zur Verfügung standen. Die Kammerwandungen sind ziemlich gleichmäßig zusammengesetzt, auf keinen Fall aber gehen die feinen bezw. groben Lagen des Muttergesteins in die Schale über. Sie setzen vielmehr vorher scharf ab.

Wir haben also keine „Bleichungszone“, wie man sie um pflanzliche Reste so oft findet, vor uns. Dafür spricht auch, daß sich genügend Reste fanden, die sich herauspräparieren ließen. Leider hat das sehr vergängliche Material den Transport nicht überstanden. Die Oberfläche ist nicht eben, sondern höchst unregelmäßig faltig und grubig.

Jene Scheidewände wurden von mir schon an vielen Orten beobachtet. Sie waren zu der Deutung gewisser Problematica als Protozoen zunächst nicht nötig. Daß sie sich jetzt nachträglich bei verschiedenen Arten noch sicher nachweisen ließen, das hebt unsere Deutung weit über den Rahmen einer Hypothese hinaus und gibt ihr ein hohes Maß von Wahrscheinlichkeit. Denn galt bisher im großen und ganzen hauptsächlich nur die äußere Gestaltung — die allerdings auch weitgehende Schlüsse auf die Organisation des Tieres zuläßt — als Beweisgrund, so tritt jetzt auch noch der innere Aufbau des Gehäuses hinzu, der nun ganz eindeutig unsere Reste bestimmen läßt. Die zusammengekitteten

Schalen, die Gabelungen und Sprossungen, die eiförmigen und ringförmigen Auftreibungen mancher Gehäuse, der unregelmäßig fladenartige Bau anderer wiederum, all dies und mehr im Verein mit dem Vorhandensein geschlossener Kammerbauten läßt gar keine andere Deutung zu als die, daß wir hier Protozoen, und zwar Foraminiferen vor uns haben, wenn man nicht eine gänzlich unbekannte, ausgestorbene Tierklasse annehmen will, wozu aber jede Veranlassung fehlt.

Man trennt nun am besten unsere Reste von den übrigen Fucoiden, Hieroglyphen usw. ab und vereinigt sie als **Titanorhizidae** in einer besonderen Unterfamilie, die man zu der Foraminiferenfamilie der Astrorhizidae stellt, bis die einzelnen Arten auf die verschiedenen Foraminiferengenera verteilt sein werden.

Diese Unterfamilie umfaßt also sämtliche „Fucoiden, Cylindriten" u. a. bisherige problematische Reste, bei denen der Nachweis einer agglutinierten Schale gelungen ist, die sich aber gleichzeitig durch die folgende Charakteristik von Wurmbauten u. a. unterscheiden. Sie sind von kugeliger, röhrenförmiger oder fladenbis sternförmiger Gestaltung und bilden entweder einen einzigen Hohlraum (einkammerig) oder eine mehr oder minder regelmäßige Folge solcher. Die Schale besteht aus durch organische Substanz zusammengekitteten Schlamm-, Sand- oder Schalenteilchen anderer Organismen. Je nach dem Vorwalten oder Zurücktreten des organischen Bindemittels ist die Schale starr oder biegsam.

Das hier angeführte und abgebildete Exemplar ähnelt in seinem Bau äußerlich der *Rhabdammina linearis* H. B. Brady 1879, durch die Segmentierung tritt es aber in nahe Beziehung zu den Aschemonellinae. Ich schlage deshalb die Aufstellung eines neuen Genus vor: ***Aschemonia.***

Aschemonia ist freilebend und besteht aus mehreren röhrenförmigen Kammern mit bauchiger Aufblasung in der Mitte einer jeden, die einander in gerader Linie folgen, sich zuweilen aber auch verzweigen können. Die Wände sind aus Sandkörnchen und Tonteilchen zusammengefügt, zuweilen auch etwas kalkig, sehr hart, trotz ihrer großen Dünne. Außen ist die Schale rauh, faltig, grubig, innen jedoch glatt. Der bezeichnendste Vertreter ist *Aschemonia gigantea* m.

Freiberg i. Sa., den 20. Oktober 1914.

Miscellanea.

Friedrich Teller-Fonds. Der zur Ehrung des verstorbenen Chefgeologen Bergrates Dr. F. Teller von dem Unterzeichneten ins Leben gerufene Friedrich Teller-Fonds hat Ende Dezember 1914 einen (eingezahlten) Nominalstand von etwas über 16000 K

österreichische Kronenrente erreicht. Der Fonds ist aus zahlreichen Spenden von Freunden F. TELLER's sowie von Gönnern der geologischen Forschung aufgebaut, denen allen hier nochmals der herzlichste Dank ausgesprochen sei. Auch aus dem verbündeten Deutschen Reiche sind als Zeichen hoher Anerkennung viele freundliche Beiträge zugeflossen. Wegen einer Anzahl noch nicht zur Einzahlung gelangter Zeichnungen und mehrfacher in Aussicht gestellter Beiträge wird die Sammlung noch nicht abgeschlossen und die Eröffnung des Fonds sowie die Veröffentlichung des Spendenausweises erst nach Beendigung des Krieges stattfinden. Von diesem Zeitpunkt ab werden die Zinsen den Mitgliedern Volontären und Mitarbeitern der k. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien alljährlich zu geologischen Studienreisen zur Verfügung stehen. Inzwischen sind aus den Mitteln des Fonds 7000 K österr. Kriegsanleihe erworben worden. **Otto Ampferer.**

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Dr. **Johannes Schlunck**, Berlin, Geologe an der Kgl. Pr. Geol. Landesanstalt, Unteroffizier der Landwehr in einem Reserve-Infanterie-Regiment, fiel im Gefecht bei Trojany. Er studierte in München und Göttingen, wo er Assistent am Geologischen Institut war. Nachdem er mit einer Arbeit über die Jurabildungen der Weserkette von Lübbecke und Pr. Oldendorf promoviert hatte, trat er als Geologe bei der Kgl. Pr. Geol. Landesanstalt ein und war mit an den Aufnahmearbeiten in Westpreußen, Posen, Schleswig-Holstein, Hamburg und Hannover beteiligt. Im Anschluß daran veröffentlichte er verschiedene wissenschaftliche Arbeiten, unter denen besonders wichtig ist: Salzlager und Kalisalze im Oberen Buntsandstein (Röt) in der Zeitschrift Kali. 7. 1913.

Dr. **Erich Meyer**, Berlin, Bezirksgeologe an der Kgl. Pr. Geol. Landesanstalt, Kriegsfreiwilliger in einem Infanterie-Regiment, wurde in den Karpathenkämpfen schwer verwundet und starb unmittelbar darauf im Feldlazarett zu Tucholka im Alter von 41 Jahren. Er studierte in Berlin, Jena und Göttingen, wo er Assistent bei Geh. Rat VON KOENEN war und mit einer Arbeit über den Teutoburger Wald (Osning) zwischen Bielefeld und Werther 1903 promovierte. Bald darauf trat er in die Geolog. Landesanstalt in Berlin ein und war im sächsisch-brandenburgisch-anhaltinischen Grenzgebiet und in Ostpreußen als kartierender Geologe tätig. Unter den im Anschluß hieran entstandenen Arbeiten sei hier genannt: Das Faltungsgebiet des Flämings bei Wittenberg und Koswig in Anhalt und der Nachweis seiner zweimaligen Vereisung.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Kenntnis der Hydrate.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Entwässerung von $MgSO_4 . 7H_2O$.

Nachdem schon Mitscherlich[1] und Marignac[1] mitgeteilt hatten, daß Bittersalz bei etwa 50° C ein Molekül H_2O abgibt, fand Mulder[1], daß es in trockener Luft schon bei gewöhnlicher Temperatur in etwa 45 Tagen 8,3 bis 9,1 % Wasser, d. h. 1 H_2O verliert.

Demgegenüber betonte später C. R. Schulze[2], daß aus Bittersalz in dem mit P_2O_5, H_2SO_4 und $CaCl_2$ beschickten Exsikkator bei Zimmertemperatur 6 Moleküle H_2O verdampfen und daß diese daher einander gleichwertig seien. Die genannte Arbeit ist teils mißverstanden[3], teils nicht beachtet worden[4]. Jedenfalls ist es klar, daß man jedem Hydrat bei beliebiger Temperatur sein gesamtes Wasser entziehen kann, wenn man den Exsikkator-Raum genügend trocken und genügend groß wählt.

Nun hat A. Rosenstiehl[5] unlängst behauptet, daß kein Hydrat außer den Monohydraten nur e i n Molekül H_2O auf einmal abgäbe, und diese Behauptung mit einer ausgedehnten Statistik sowie mit dem Hinweis auf die Polymerisation des flüssigen Wassers begründet. Jene Hypothese scheint unwidersprochen geblieben zu sein, obwohl doch die Existenz von Monohydraten zeigt, daß man in gewissen Hydraten unpolymerisiertes H_2O anzunehmen hat, falls man deren Formeln nicht willkürlich vervielfacht.

Da das so bekannte Bittersalz und die analogen Verbindungen von Zn, Fe, Co und Ni der obigen Statistik nicht wohl entgangen

[1] Zitiert nach Gmelin-Kraut, Handb. anorg. Chem. 7. Aufl. 2. p. 2, 408. 1909.

[2] C. R. Schulze, Wiedem. Ann. **31**. p. 204. 1887.

[3] Das Referat im Jahresber. üb. d. Fortschr. d. Chem. p. 173. 1887 spricht von den 6 ersten (= zuerst gebundenen) H_2O-Molekeln statt von den 6 letzten.

[4] In der Folgezeit wird die singuläre Natur der letzten H_2O-Molekel anscheinend stets als erwiesen vorausgesetzt. So leitet z. B. E. Cohen (Arch. Néerland. [2.] 5. p. 295. 1900) aus den bei verschiedenen Temperaturen ermittelten Tensionen des Mg- und des Fe-Heptahydrates die beiderseitigen Hydrationswärmen und aus diesen die von der Reaktion $MgSO_4 . 7H_2O + FeSO_4 . 6H_2O \rightarrow MgSO_4 . 6H_2O + FeSO_4 . 7H_2O$ zu leistende maximale Arbeit ab

[5] A. Rosenstiehl, Compt. rend. **152**. p. 598. 1911.

sein können, so muß der Urheber der letzteren annehmen, daß $MgSO_4 . 7H_2O$ durch Trocknung **unmittelbar** in Pentahydrat oder ein noch wasserärmeres Hydrat übergeht.

Daher stellte ich feinstes Pulver von klaren Bittersalzkristallen her und brachte davon zweimal etwa 1 g auf einem Uhrglas ausgebreitet in einen $CaCl_2$-Exsikkator. Die erste Versuchsreihe (I) ist bei $+14^0 \pm 1^0$, die zweite (II) bei $+11^0 \pm 1^0$ angestellt.

Tabelle I und II.

Zeit in Tagen	Gesamter H_2O-Verlust in Mol.	Zunahme des H_2O-Verlustes in Mol.
2	0.01	0,01
4	0,35	0,34
6	0.83	0,48
8	0,97	0,14
10	0,98	0,01
12	1,01	0,02
14	1,01	0,00
16	1,01	0,00
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
3	0,02	0,02
4	0,12	0,10
5	0,28	0,16
6	0,39	0,11
7	0,49	0,10
8	0,59	0.10
9	0,68	0,09
10	0.72_5	$0,04_5$
11	0,78	$0,05_5$
12	0,83	0,05
13	0,88	0,05
14	0,93	0,05
15	0,96	0,03
16	0,96	0,00
17	0,97	0,01
18	0,97	0,00
19	0,97	0,00
20	0,97	0,00
21	0,98	0,01
22	0,98	0,00
24	0,98	0,00
26	0,98	0,00
28	0,98	0.00
30	0,98	0,00

Aus den Tabellen I und II ersieht man, daß die Wasserabgabe sich zunächst beschleunigt und dann verlangsamt, derart, daß sich der gesamte H_2O-Verlust asymptotisch einem Mol nähert. Die Abgabe erfolgt bei $+14^0$ bereits ungefähr doppelt so schnell als bei $+11^0$.

Impfung.

Seitdem vor 100 Jahren Ziz[1] gefunden hat, daß in übersättigten Glaubersalzlösungen ein wasserärmeres Natriumsulfat[2] sich auflöst, statt Kristallisation zu bewirken, sind ziemlich zahlreiche Versuche über die Impfwirkung wasserärmerer Hydrate gegenüber wasserreicheren angestellt worden. Sie haben bemerkenswerterweise bei verschiedenen Verbindungen zu entgegengesetzten Ergebnissen geführt. Während C. S. Reischauer[3] analoge Resultate erhielt wie Ziz, erzielten L. C. de Coppet[4] und D. Gernez[5] zuweilen Impfwirkung, und W. Ostwald[6] gibt sogar an, daß verwitterter Alaun den gleichen unteren Schwellwert des Impfvermögens besitze wie frischer.

Bringt man das durch Trocknung rechtsdrehender Bittersalzkristalle erhaltene Hexahydratpulver in eine metastabil übersättigte Bittersalzlösung, die auf 100 g Bittersalz etwa 5 g Borax[7] enthält, so tritt keine Impfwirkung auf, denn es kristallisieren nicht mehr Rechtser als Linkser.

Vermutlich wird eine Keimwirkung nur in denjenigen Fällen eintreten, wo die beiden Hydrate (oder Hydrat und Anhydrid) regelmäßige Verwachsungen bilden.

Konstitution.

Die Abgabe von $1 H_2O$ des Bittersalzes spricht, wie schon A. Werner[8] hervorhob, für die von diesem aus verschiedenen

[1] Ziz, Schweigg. Journ. **15**. p. 160. 1815.

[2] Von H. Löwel, Ann. Chim. phys. [3.] **29**. p. 62. 1850 als Heptahydrat erkannt.

[3] C. S. Reischauer, Lieb. Ann. **115**. p. 116. 1860.

[4] L. C. de Coppet, Compt. rend. **73**. p. 1324. 1871.

[5] D. Gernez, ibid. **78**. p. 283. 1874.

[6] W. Ostwald, Zeitschr. physikal. Chem. **22**. p. 289. 1897. Übrigens könnten Ostwald's quantitative Impfversuche noch dadurch verfeinert werden, daß man z. B. den $NaClO_3$-Kristall, dessen Pulver, mit Quarzpulver verdünnt, zur Impfung verwendet wird, auf seinen optischen Drehungssinn prüft; bei Impfwirkung muß jener Drehungssinn in der Ernte vorherrschen.

[7] Der Borax dient lediglich zur Erzeugung eines Habitus, welcher rechtsdrehende und linksdrehende Individuen leicht zu unterscheiden gestattet; vergl. A. Johnsen, dies. Centralbl. 1915. p. 36.

[8] A. Werner, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorg. Chem. 3. Aufl. p. 205. 1013.

Gründen hergeleitete Formel $[Mg(H_2O)_6]SO_4 . H_2O$, wonach entsprechend der maximalen Koordinationszahl sowie der maximalen Nebenvalenzzahl $6 H_2O$ in der ersten Zone an das Mg-Atom gekettet sind. Freilich würde die ionogene Bindung des SO_4-Radikals wahrscheinlich auch mit der Formel $[Mg(H_4O_2)_3]SO_4 . H_2O$ und vielleicht auch mit der Formel $[Mg(H_6O_3)_2]SO_4 . H_2O$ verträglich sein. Für die Alaune nimmt A. WERNER in der Tat Doppelmoleküle H_4O_2 an, um alles Wasser in erster Sphäre an das Al-Atom entsprechend der Formel $[Al(H_4O_2)_6](SO_4)_2K$ binden zu können.

Solche Polymerisationen werden auch wahrscheinlich gemacht durch die schon 1891 von RÖNTGEN betonte assoziierte Natur des flüssigen Wassers und die von G. TAMMANN[1] aus der WALDENschen Regel[2] für Eis I, II, V und VI berechnete Formel H_6O_3. Aber auch für Hydrate mit ausschließlich polymeren Wassermolekeln läßt sich ROSENSTIEHL's oben zitierte Behauptung, daß stets mindestens 2 Moleküle H_2O entweichen, nicht begründen, weil die Polymerisation der H_2O-Molekeln auch erst beim Austritt aus dem Hydrat erfolgen kann; gibt doch z. B. auch BaO_2 beim Erhitzen ein O-Atom ab, wobei sich sogleich O_2-Molekeln bilden.

Während Bittersalz und die meisten „Kristallwasser“ führenden Salze Einlagerungsverbindungen im Sinne A. WERNER's sind, dürften die durch sog. „Konstitutionswasser“ ausgezeichneten Silikatminerale seinen Anlagerungshydraten zuzuzählen sein. Hierfür spricht wohl auch die Tatsache, daß in den Silikatmineralien die Zahl der H-Atome diejenige der O-Atome niemals übersteigt. Auch die Hexit-Pentit-Theorie von W. ASCH[3] und D. ASCH[3] operiert lediglich mit Hydroxylgruppen.

Welcherlei kristallographische Bedeutung solchen Konstitutionsbetrachtungen innewohnt, wird die Röntgenogrammetrie von Gips und anderen hydratischen Kristallarten wohl bald entscheiden. Wieweit andererseits von der Konstitution nicht kristallisierter Hydrate überhaupt gesprochen werden kann, ist fraglich; vermag doch z. B. die Theorie der Lösungen nichts über die Wässerungsstufe gelöster Hydrate auszusagen, und auch chemische Reaktionen scheinen keinen Aufschluß zu geben.

Die Frage, warum unter den Elementen nur Chlor und Brom, unter den Sulfiden nur Alkalisulfide (kristallisierte) Hydrate liefern, dürfte ein rein chemisches Problem sein.

[1] G. TAMMANN, Nachr. K. Gesellsch. Wiss. Göttingen. p. 1. 1912, und Physikal. Zeitschr. p. 1087. 1913.

[2] Konstanz der molekularen Entropieänderung beim Schmelzen.

[3] W. ASCH und D. ASCH, Die Silikate in chemischer und technischer Beziehung. Berlin 1911.

Über die Methoden von F. Becke und F. E. Wright für die Bestimmung des Winkels der optischen Achsen.

Von **Fr. Schwietring** in Celle i. H.

Mit 2 Textfiguren.

F. Becke[1] und F. E. Wright[2] haben beide die Bestimmung des Winkels der optischen Achsen für durchsichtige inaktive Kristalle in dem Falle behandelt, daß nur die Spur einer optischen Achse im Interferenzbilde der hinteren Brennebene des Objektivs bei einfallendem konvergenten polarisierten Lichte sichtbar ist. Beide Forscher gründen ihre Methode auf die Ermittlung der Polarisationsrichtung 𝔭 für eine solche Wellennormale 𝔫 im Kristall, deren Spur N′ im Interferenzbilde durch einen dunklen Punkt der Hauptisogyre angegeben wird. In der Tat, liefert das Interferenzbild die Lage einer optischen Achse und die Ebene der optischen Achsen, so ergibt ein Paar zugehöriger Werte 𝔫, 𝔭 mit leichter Mühe nach der Fresnel'schen Regel die Lage der zweiten optischen Achse. In der Auffindung von zwei entsprechenden Werten 𝔫, 𝔭 gehen jedoch die Methoden von Becke und Wright auseinander. P. Kaemmerer[3] hat diese beiden verschiedenen Methoden miteinander verglichen und festgestellt, daß in theoretischer Hinsicht das Verfahren von Becke einwandfreier und deshalb vorzuziehen sei, während es in praktischer Hinsicht etwa denselben Genauigkeitsgrad besitze wie das Verfahren von Wright. Kürzlich hat V. Souza-Brandão[4] den umstrittenen Gegenstand von neuem untersucht. Er behauptet, daß Kaemmerer den Kernpunkt der Streitfrage nicht klargelegt habe, daß er vielmehr durch eine besondere Annahme im voraus der Auffassung von Becke den Vorzug gegeben habe. Die vorliegende Abhandlung hat den Zweck, den Gedankengang von Kaemmerer wie auch den Einwand von Souza-Brandão nochmals nachzuprüfen; dabei zeigt sich, daß der erwähnte Einwand nicht zutreffend ist.

Zunächst sollen die verschiedenen Methoden von Becke und Wright kurz angegeben werden. N′ sei entsprechend der obigen Bezeichnung ein dunkler Punkt der Hauptisogyre in der Interferenzerscheinung. Die zu dieser Spur N′ zugehörige Wellennormale 𝔫 im Kristall habe auf einer Kugel mit dem Einfallspunkt O auf der vorderen Grenzebene der Kristallplatte als Mittelpunkt den Pol N, die Wellenebene W, die Polarisationsebene 𝔓 und die Polarisationsrichtung 𝔭. Der Radius der Kugel sei $\alpha_2 \cdot f$, wo α_2 den mittleren Hauptbrechungsindex der Kristallplatte und

[1] F. Becke, Min.-petr. Mitt. **24**. p. 35. 1905; **28**. p. 290. 1909.
[2] F. E. Wright, Min.-petr. Mitt. **27**. p. 293. 1908; **30**. p. 171. 1911.
[3] P. Kaemmerer, Fortschr. d. Min. **3**. p. 141—158. 1913.
[4] V. Souza-Brandão, Zeitschr. f. Krist. **54**. p. 113—119. 1914.

f die vordere Brennweite des Objektivs bezeichnen; PP sei die Polarisationsebene des Polarisators und AA diejenige des Analysators. Die Kugel werde durch eine stereographische Projektion auf die vordere Grenzebene der Kristallplatte abgebildet; der obere Pol (O) des Grundkreises stelle den Schnittpunkt des Kristalls mit der Instrumentenachse dar, die zugleich das Einfallslot bedeutet. Die Einfallsebene EE verläuft durch N und (O), N′ folgt aus N durch orthogonale Projektion auf die hintere Brennebene. Becke findet dann den zu N′ gehörigen Wert von $\mathfrak{p}$ dadurch, daß er N aufsucht, dort eine Gerade $\mathfrak{p}'$ parallel zu PP zieht und den $\mathfrak{p}'$ in N tangierenden Großkreis als die Polarisationsebene $\mathfrak{P}$ ansieht. $\mathfrak{p}'$ ist dabei die Polarisationsrichtung der Welle in N′,

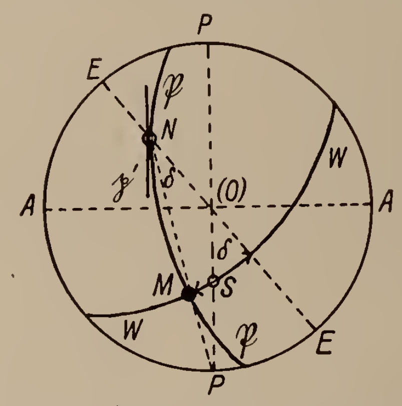


Fig. 1. Die Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}$ für die Wellennormale ON ist nach F. Becke durch OM, nach F. E. Wright durch OS angegeben. δ ist nach F. Becke das Polarisationsazimut für W und für W′.

also außerhalb des Kristalls; der Schnittpunkt M von W und $\mathfrak{P}$ ergibt den Pol von $\mathfrak{p}$, der Polarisationsrichtung der Welle innerhalb des Kristalls. In der stereographischen Projektion ist M auch der Schnittpunkt von W mit der Verbindungsgeraden von N und dem unteren Punkt P. Wright hingegen ermittelt den Schnittpunkt S von W und PP und sieht OS als die Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}$ an (Fig. 1).

Souza-Brandão hat darauf hingewiesen, daß die Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}'$ von N′ eigentlich nicht durch N gezogen werden darf, weil eine stereographische Projektion nur Richtungen und keine individuellen Geraden aufnehmen kann. Die aus der Kristallplatte ausgetretenen Lichtstrahlen s, die sämtlich der Instrumentenachse parallel sind, stellt er alle durch den oberen Pol (O) des Grundkreises dar. Ebenso werden alle Punkte des Interferenzbildes in der Zeichnung durch (O) abgebildet, also auch alle dunklen Punkte N′.

Der Grundkreis selbst ist die zu den Strahlen s zugehörige Wellenebene W', und die Gerade OP ist die Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}'$ für alle Punkte N' der Hauptisogyre. N folgt wieder aus N' mittels des durch die orthogonale Projektion gelieferten Zusammenhanges, der analytisch durch das Abbe'sche Sinusgesetz ausgedrückt wird. Die Einfallsebene EE habe die Normale DD, und der Einfallswinkel sei φ (Fig. 2). Nun geht die Wellenebene W' mit dem Pol N' durch eine Drehung vom Betrage φ um DD in die Wellenebene W mit dem Pol N über; durch dieselbe Drehung geht die Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}' = OP$ von W' in der Richtung OM über, weil die Bogen $\widehat{DP}$ und $\widehat{DM}$ gleich sind. Die Becke'sche Konstruktion erhält also die Wellenebene W und die

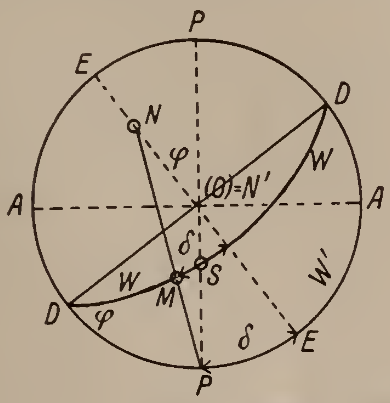


Fig. 2. (O) ist die Abbildung sämtlicher Punkte N'.

Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}$ einer Welle im Kristall aus der Wellenebene W' und der Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}'$ der entsprechenden Welle im Interferenzbilde durch die gleiche Drehung. Dieser Satz bedeutet, daß für Becke das Polarisationsazimut δ einer Welle beim Austritt aus dem Kristall unverändert bleibt. Das zeigt übrigens nicht nur die neue Figur von Souza-Brandão (Fig. 2), sondern auch in der ursprünglichen Figur von Becke (Fig. 1) tritt es sehr deutlich hervor.

Souza-Brandão behauptet[1] nun im Anschluß an Fig. 2, daß die in der Becke'schen Konstruktion enthaltene Unveränderlichkeit von δ durch nichts Experimentelles oder Theoretisches auferlegt sei; sie sei nur eine naheliegende Annahme. Ebenso naheliegend sei die Annahme von Wright, daß die Polarisationsrichtungen $\mathfrak{p}$ und $\mathfrak{p}'$ durch die Beziehung der orthogonalen

[1] V. Souza-Brandão, a. a. O. p 116, 117.

Projektion verbunden seien, ähnlich wie die Punkte N und N'. Da KAEMMERER bei seiner Untersuchung die Unveränderlichkeit von δ zugrunde gelegt habe, habe er die Streitfrage von vornherein zugunsten der BECKE'schen Auffassung gelöst.

Zu dieser Betrachtung von SOUZA-BRANDÃO sind eine Reihe von Bemerkungen zu machen. Zunächst ist darauf hinzuweisen, daß für die Behandlung der Interferenzerscheinungen im konvergenten polarisierten Lichte gewöhnlich die beiden folgenden wesentlichen Annahmen[1] gemacht werden. 1. Die Doppelbrechung der Kristallplatte wird durch eine einfache Brechung gemäß dem mittleren Hauptbrechungsindex α_2 ersetzt; die Abbildung einer Welle im Kristall wird durch orthogonale Projektion des Poles auf die hintere Brennebene oder durch das ABBE'sche Sinusgesetz vermittelt. 2. Die Drehung der Polarisationsrichtung einer Welle beim Durchgang durch die Kristallplatte und durch die Linsen des Objektivs wird vernachlässigt. Beide Annahmen werden sowohl von BECKE wie auch von WRIGHT aufrecht erhalten. Besonders ist zu beachten, daß auch WRIGHT sich ausdrücklich auf den Boden der zweiten Annahme stellt; sagt[2] er doch von seiner Methode: „Die drehenden Wirkungen der Oberflächen der Kristallplatten und der Gläser des Präparates werden bei dieser Methode nicht in Betracht gezogen!" Damit ist der Einwand von SOUZA-BRANDÃO widerlegt, daß KAEMMERER mit seiner Ansicht über die Unveränderlichkeit des Polarisationsazimutes δ die Streitfrage von vornherein zugunsten der BECKE'schen Auffassung gelöst habe. In der Tat ist ja die Unveränderlichkeit von δ weiter nichts wie die zweite obige Annahme, die von beiden Forschern anerkannt wird. Ebenso bleibt damit das Resultat KAEMMERER's bestehen, daß BECKE's Methode vom Standpunkt der beiden gemeinsamen Annahmen aus richtig, diejenige WRIGHT's aber unrichtig ist. Denn die letztere Methode steht eben mit der auch von ihr zugelassenen zweiten Annahme in Widerspruch.

Weiter ist hervorzuheben, daß die zweite Annahme auch sehr wohl begründet ist. Soll die Drehung der Polarisationsrichtung einer Welle beim Austritt aus der Kristallplatte berücksichtigt werden, so hätte das mit Hilfe der Grenzbedingungen zu erfolgen. Die Aufgabe der Bestimmung von $\mathfrak{p}$ würde dadurch einerseits ganz außerordentlich komplizierter, während andererseits dieser mühsame und peinlich genaue Weg nicht recht im Einklang mit der durch die erste Annahme bewirkten Annäherung stände, die sämtliche Hauptbrechungsindizes durch den mittleren Hauptbrechungsindex α_2 ersetzt. Bei der Beschränkung auf verhältnis-

[1] Vergl. TH. LIEBISCH, Grundriß d. phys. Krist. p. 298, 392. 1896.
[2] F. E. WRIGHT, Min.-petr. Mitt. 30. p. 219. 1911.

mäßig kleine Einfallswinkel ist die Drehung der Polarisationsrichtung aber offenbar nur sehr gering und überschreitet kaum die durch die erste Annahme bedingten Fehlergrenzen. Diese Tatsache ist von Wright[1] selbst sowohl auf rechnerischem wie auch auf experimentellem Wege festgestellt worden. Folglich ist die zweite Annahme für nicht zu große Einfallswinkel φ völlig gerechtfertigt; zu wesentlichen Fehlern kann sie jedenfalls sicherlich keine Veranlassung geben.

Ferner ist zu betonen, daß die Methode von Wright nur verständlich werden kann, wenn die zweite Annahme fallen gelassen wird. Für die letztere muß die neue Voraussetzung eintreten, daß die Drehung der Polarisationsrichtung beim Austritt aus der Kristallplatte durch eine orthogonale Projektion auf die hintere Brennebene zum Ausdruck gebracht wird. Mit Hilfe dieser Voraussetzung ergibt sich zwar die Konstruktion von Wright; aber wie ist dann die neue Annahme zu rechtfertigen und zu verstehen? Daß die Punkte N, N' wenigstens annähernd durch die Beziehung der orthogonalen Projektion zusammenhängen, ist leicht einzusehen; für die Polarisationsrichtungen $\mathfrak{p}$, $\mathfrak{p}'$ gilt jedoch nicht das gleiche. Die neue Voraussetzung ist also zunächst sicherlich unbegründet. Sie kann wohl durch eine möglichst zahlreiche experimentelle Prüfung der Konstruktion von Wright nachträglich verifiziert werden, zu einer einwandfreien Herleitung der Wright'schen Methode kann sie hingegen keine Dienste leisten.

Endlich behauptet Souza-Brandão[2] noch, daß es einen und nur einen Punkt des Interferenzbildes gibt, für den die Methoden von Becke und Wright auf dieselbe Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}$ führen. Es soll gezeigt werden, daß auch diese Behauptung unrichtig ist. Souza-Brandão stellt für einen Punkt der angegebenen Art die Bedingung auf:

$$\widehat{DM} = \widehat{DS}. \qquad 1.$$

Da nun:

$$\cos\varphi = \frac{\operatorname{tg}\widehat{DM}}{\operatorname{tg}\widehat{DS}}, \qquad 2.$$

zieht er aus 1 die Folgerung:

$$\varphi = 0 \qquad 3.$$

und erhält so das Resultat, daß nur für einen dunklen Punkt N' im Mittelpunkt der Brennebene die beiden verschiedenen Methoden denselben Wert von $\mathfrak{p}$ liefern. Hierzu ist zu bemerken, daß 1

[1] F. E. Wright, Min.-petr. Mitt. **30**. p. 207, 215, 230. 1911.

[2] V. Souza-Brandão, a. a. O. p. 117.

und 2 auch für einen beliebigen Wert von φ gleichzeitig befriedigt sein können, falls nämlich $\widehat{DM} = \widehat{DS} = 0$ oder $\widehat{DM} = \widehat{DS} = 90^0$ ist. Diese Bedingungen sind erfüllt, wenn N' und damit auch N in der Ebene PP oder in der Ebene AA enthalten ist. Die Konstruktionen von Becke und Wright führen also in unendlich vielen Fällen auf denselben Wert der Polarisationsrichtung $\mathfrak{p}$, nämlich immer dann, wenn der dunkle Punkt N' in der Polarisationsebene des Polarisators oder in derjenigen des Analysators liegt.

Ist Lublinit eine neue monokline Modifikation des Calciumcarbonats?

Von **Richard Lang.**

Auf meine im Frühjahr 1914 zur Veröffentlichung gelangte Arbeit über „Lublinit, die monokline Modifikation des Calciumcarbonats“ [1], hat jüngst Mügge eine Mitteilung als Resultat einer Untersuchung von Bergmilch von Adamstal bei Brünn [2] gebracht. Nach seinen Beobachtungen scheint Mügge „keine Veranlassung zu sein, die hier untersuchten Gebilde für eine neue Modifikation von $CaCO_3$ zu halten“. Doch meint Mügge weiter unten: „Hinzu kommt, daß man bei Annahme einer neuen Modifikation von $CaCO_3$ auch die Existenz einer ganz ähnlichen neuen für die in Essigsäure nicht löslichen Teile der Kalkmilch ($MgCO_3 . CaCO_3$ oder $MgCO_3$) zugeben müßte.“ Aus diesem letzteren Satze glaube ich entnehmen zu dürfen, daß Mügge die Möglichkeit, daß Lublinit trotz allem eine neue Modifikation von $CaCO_3$ sein könnte, nicht für völlig ausgeschlossen hält.

In meiner Abhandlung über das neue Mineral habe ich mich im wesentlichen auf die Angabe aller der Merkmale, die dartun, daß es sich bei der untersuchten Bergmilch um eine neue, und zwar monokline Modifikation des Calciumcarbonats handelt, also auf positive Beobachtungen beschränkt. Die Mitteilungen Mügge's veranlassen mich, im folgenden näher auf die von mir bisher nicht weiter verfolgte negative Seite der Frage einzugehen und zu erörtern, warum der Lublinit keine der bisher bekannten Modifikationen des Calciumcarbonats sein kann. Zugleich sei mir gestattet, die Untersuchungen Mügge's kritisch zu beleuchten.

Vor allem sei festgestellt, daß es sich bei dem von Mügge untersuchten Material zweifellos um Bergmilch

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. 1914. Beil.-Bd. XXXVIII. p. 121—184.

[2] Über die Lublinit genannte, angeblich neue Modifikation des kohlensauren Kalks. Dies. Centralbl. 1914. p. 673—675.

handelt. Damit ist jedoch die Frage noch unentschieden, ob es frische, unveränderte Bergmilch = Lublinit oder sekundär veränderte Bergmilch = die Calcitpseudomorphose nach Lublinit ist.

Offenbar war die Probe von Adamstal nicht ganz rein. Denn bei der mikroskopischen Untersuchung zeigten sich neben den Nädelchen „spärliche Reste organischer Substanz (anscheinend Pflanzengewebsteile, Härchen und Pollenkörner)". Solche habe ich nie, weder makroskopisch noch mikroskopisch, bei den von mir untersuchten zahlreichen Proben entdecken können.

Mügge gibt eine Reihe von Beobachtungen an, die mit den meinigen entweder Übereinstimmung zeigen oder wenigstens in keinem direkten Gegensatz zu meinen Untersuchungsergebnissen stehen, so diejenigen über die Umrisse der feinen Nädelchen und die anscheinend dünntafelige Ausbildung, das Fehlen von Spaltrissen und Zwillingslamellen, ihre Licht- und Doppelbrechung, ihre Auslöschungsschiefe, den optischen Charakter, das Interferenzbild im konvergenten Licht, die Löslichkeit in Essigsäure.

Die Untersuchung der Nädelchen unter Erwärmen derselben konnte ich, da mir ein hiefür geeignetes Instrument in Tübingen nicht zur Verfügung stand, nicht ausführen. Sehr interessant ist Mügge's Beobachtung, daß die Nädelchen beim Erhitzen auf 430° unverändert blieben. Mügge zieht aus diesem Verhalten der Nädelchen den Schluß, daß es nicht wahrscheinlich ist, „daß sie Aragonit oder eine andere noch weniger beständige Modifikation von $CaCO_3$ sind". Diese Auffassung hat viel Wahrscheinlichkeit für sich, doch ist sie nicht unbedingt richtig, da die geringe Beständigkeit des Lublinits von mir nur gegenüber Feuchtigkeit bei Zutritt atmosphärischer Luft beobachtet ist. Es ist jedoch meines Erachtens keinerlei zwingender Grund vorhanden, daß sich Lublinit in trockenem Zustande (und trockene Substanz dürfte Mügge verwendet haben) gegenüber Temperaturänderungen ebenfalls als sehr unbeständig erweist.

Im übrigen vermochte Mügge an den feinen, scharf geradlinigen, aus $CaCO_3$ bestehenden Nädelchen keine Eigenschaft zu entdecken, die gegen meine Ansicht einer neuen Modifikation spricht.

Seine ablehnende Stellung meiner Auffassung gegenüber stützt sich sonst ausschließlich auf seine Beobachtung, daß sich neben den scharf geradlinigen Nädelchen, die die Hauptmasse ausmachten, auch unregelmäßig gestaltete und selbst fadenförmig ausgebildete fanden, die „öfter etwas unregelmäßig wellig", „am einen Ende etwas tubenartig erweitert, am anderen Ende spitz auslaufend oder unregelmäßig abgebrochen" waren, außerdem aber auch „annähernd fadenförmige, unregelmäßig krumme, auch scheint zuweilen ein Kanal oder eine Rinne in ihnen zu verlaufen, die sich auch in einer Erniedrigung der Interferenzfarbe bemerklich macht,

ebenso feine, dem Umriß parallel laufende, schwach konvergierende Streifen". Nur auf die eben genannten Gebilde kann sich Mügge's Annahme beziehen, es „liegen wahrscheinlich Pseudomorphosen vor, nicht nach anderen Kristallen (speziell nicht nach Aragonit), sondern vermutlich nach organischen Resten". Unter diesen nicht scharf geradlinigen Nädelchen möchte ich aber noch zwei prinzipiell verschiedene Arten unterscheiden.

Einmal die vermutlich hohlen, unregelmäßig krummen, faserartigen Gebilde, „die aber .... parallel ihrer Längsrichtung auslöschen (wo sie gebogen sind, parallel der Tangente an die Krümmung)". Derartige gekrümmte Härchen habe ich im Verlauf von 1½ Jahre fortgesetzten Untersuchungen, während deren ich viele Tausende von Lublinitkriställchen untersuchte, nie beobachtet. Ich kann deshalb für sie auch keine andere Erklärung finden als die von Mügge gegebene, der sie als verkalkte organische Produkte erklärt. Offenbar hängen diese Kalkgebilde mit der schon eingangs erwähnten Unreinheit des Materials zusammen. Daß sie keinesfalls mit den übrigen Nädelchen physikalisch identisch sind, ergibt sich daraus, daß diese faserartigen Gebilde parallel ihrer Längsrichtung auslöschen im Gegensatz zu den anderen Nädelchen, von denen Mügge eine Auslöschung unter wechselndem Winkel zur Längsrichtung angibt.

Da schon die organischen Beimengungen der Bergmilch von Adamstal bei Brünn Calcitisierungserscheinungen aufweisen, so kann man annehmen, daß möglicherweise auch die Kristallhärchen, die zweifellos Bergmilch darstellen, zum Teil oder völlig in Calcit umgewandelt sind. Und in der Tat beschreibt Mügge gewisse „unregelmäßig wellig", „tubenartig erweitert", „spitz auslaufend oder unregelmäßig abgebrochen" erscheinende Individuen, die meines Erachtens nichts anderes darstellen als calcitisierte Lublinitkristallhärchen. Diese zweite Art von nicht geradlinig begrenzten Nädelchen, die ich unterscheiden möchte, zeigen dieselben Eigentümlichkeiten, die ich in meiner Arbeit beschrieb: „Derartig veränderte Stäbchen weisen dann auch mehr oder weniger stark hervortretende Auszackungen auf beiden Längsseiten auf" [1], oder die Zirkel als „kettenartig aggregierte Rhomboederchen" [2] bezeichnete oder Rose „gekörnte Stäbe" [3] nannte. Es sind die Wulst- und Streifenbildungen, die scheinbar sägeförmigen Einkerbungen, die mir von pseudomorphosiertem Material wohl bekannt sind.

Noch viel klarer beweist eine zweite von Mügge beobachtete Erscheinung, daß die Bergmilch von Adamstal mindestens teilweise

[1] s. a. a. O. p. 165.

[2] Elemente der Mineralogie. 15. Aufl. p. 536.

[3] Über die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde. Abh. Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1856. p. 68 und 69.

nicht mehr ihre ursprünglichen Eigenschaften aufweist: die teilweise Dolomitisierung des Lublinits. Bei Behandlung der Bergmilch mit Essigsäure gelang es MÜGGE, Nädelchen zu isolieren, die erst bei Salzsäurezusatz, dagegen nicht bei Behandlung mit Essigsäure, unter Aufbrausen verschwanden, woraus MÜGGE schloß, daß „diese feinen Nädelchen Dolomit (oder Magnesit) sind". Auch ich bin dieser Auffassung, glaube jedoch, daß sie infolge von sekundärer Umwandlung entstanden sind. Wären die dolomitischen Nädelchen eine Primärerscheinung, so wäre nicht einzusehen, warum ein Teil derselben dann aus $CaCO_3$ besteht. Auch bei Annahme einer neuen Modifikation von $CaCO_3$ wird man nicht, wie MÜGGE annimmt, eine neue Modifikation von $MgCO_3 . CaCO_3$ bezw. $MgCO_3$ zugeben müssen, da eben die Mg-haltigen Kriställchen als Pseudomorphosen erklärt werden können. Eine Notwendigkeit zur Annahme monoklinen $MgCO_3 . CaCO_3$ neben monoklinem $CaCO_3$ besteht ebensowenig, wie eine solche der Existenz einer rhombischen Modifikation von $MgCO_3 . CaCO_3$ neben dem bekannten rhombischen $CaCO_3$ vorliegt. Die wertvolle Auffindung von Dolomitpseudomorphosen[1] nach Lublinit, die MÜGGE erstmals gelungen ist, wird Gelegenheit geben, weitere Untersuchungen in dieser Richtung anzustellen.

Neben dem Vorkommen mineralisierter organischer Teilchen in den von MÜGGE untersuchten Proben von Bergmilch beweisen die Calcitisierungs- und Dolomitisierungserscheinungen an diesem Material, daß mindestens zum Teil kein intakter Lublinit vorliegt. Auf diesen Umstand lassen sich alle von MÜGGE beschriebenen Verschiedenheiten von dem von mir beschriebenen Lublinit zurückführen. Auch die Beobachtung, daß die Kriställchen bei Erhitzen auf 430° nicht zerfielen, hängt möglicherweise damit zusammen, daß umgewandeltes Material vorlag.

Zu bedauern ist, daß MÜGGE die von MEIGEN, THUGUTT und mir angegebenen Färbemethoden zur Unterscheidung der verschiedenen Calciumcarbonate nicht angewandt hat.

Eine Reihe von Eigenschaften des Lublinits, unter denen ich nur die Lichtbrechung, das spezifische Gewicht und die Farbumsetzung mit Ferrosulfat nennen möchte, weisen gewisse Ähnlichkeiten mit Calcit auf. Nicht der Fall ist dies dagegen gegenüber dem rhombischen Calciumcarbonat. Auch MÜGGE hält den Lublinit weder für Aragonit noch für eine Pseudomorphose nach Aragonit. Da eine Verwechslung der beiden Mineralien ausgeschlossen ist, so glaube ich nicht weiter auf die Frage eingehen zu sollen, warum Lublinit nicht eine eigenartige Ausbildungsform

[1] Es ist kaum anzunehmen, daß sich bei Anwesenheit von $CaCO_3$ Magnesit und nicht das Doppelsalz Dolomit bildet.

von Aragonit sein kann. Es beschränkt sich deshalb diese negative Betrachtung auf die Frage, warum Lublinit nicht mit Calcit identisch sein kann.

Und auch diese Frage kann noch weiter eingeengt werden. Denn es ist mineralogisch genommen ganz undenkbar, daß Nädelchen von der beschriebenen morphologischen Beschaffenheit und den angegebenen optischen Eigenschaften, wenn man sie schon als Calcit deuten will, bei ungehinderter Ausbildung diese an Calcit oder auch an irgend einem anderen Mineral sonst nie beobachteten Eigentümlichkeiten bekommen haben. Wenn schon die Lublinitnädelchen eine besondere Ausbildungsform des Calcits sein sollen, so können sie diese höchstens durch äußere Beeinflussung erhalten haben, und zwar, da eine Pseudomorphosierung eines anorganischen, mineralischen Produkts nicht in Frage kommen kann, im Zusammenhang mit organischen Substanzen. Die Annahme organischer Entstehung des Lublinits scheint mir die einzige Möglichkeit zu sein, diese Gebilde anders als auf dem von mir gezeigten Wege zu erklären. Denn daß zwischen Lublinit und Calcit mindestens eine scharfe morphologische Differenz besteht, ergibt sich schon aus der Tatsache, daß der Lublinit sekundäre Umwandlungen in der Richtung auf normal ausgebildeten Calcit erleiden kann.

Die Beziehung zu organischen Substanzen kann viererlei Art sein. Mügge nimmt an, daß Lublinit vermutlich eine Calcitpseudomorphose nach organischen Resten, also nach abgestorbenen tierischen oder wahrscheinlicher pflanzlichen Produkten sei. Es wäre aber auch möglich, daß Lublinit als eigenartige Ausbildung des Calcits durch Lebensvorgänge innerhalb eines organischen Körpers gebildet wurde, oder die Hülle, den Mantel eines Lebewesens darstellt, oder endlich, daß er ein Ausscheidungsprodukt eines solchen ist.

Einen Hinweis auf die Art der Organismen, welche überhaupt in Betracht kommen können, gibt das geologische Vorkommen des Lublinits. Nach allen bekannten Angaben, wie auch nach meinen eigenen Untersuchungen beschränkt es sich auf Höhlungen und Klüfte, die keine Öffnung nach der Erdoberfläche zu haben. An der Erdoberfläche bildet sich Lublinit nicht. Ich fand ihn in Ritzen und Spalten von Kalktuffen, stets mindestens ca. ein bis mehrere Meter unter dem Boden, desgleichen auf Klüften von Hauptmuschelkalk bis auf die mehrere Meter tief unter die Erdoberfläche reichende Sohle des Steinbruchs, russische Forscher trafen ihn auf Hohlräumen von Mergeln, auch wurde er in Poren von Löß, von meinem Freund Dr. Hohenstein[1] in Lücken von Geschiebemergel beobachtet. Danach ist es unwahrscheinlich, daß es sich um einen

[1] Nach dessen freundlicher persönlicher Mitteilung.

kalkigen oder verkalkten Überrest eines tierischen Lebewesens handelt. Auch höhere Pflanzen können nicht in Frage kommen. Mindestens in die tieferen Partien der Steinbrüche, in denen ich Lublinit beobachtet habe, können Pflanzenwurzeln, auch große Baumwurzeln, nicht eindringen. Auch ist es unmöglich, daß etwa Blatt- oder Blütenreste an eine Stelle der von Lublinit eingenommenen Stellen verweht oder verschwemmt werden konnten. Die Lebewesen, die Lublinit gebildet haben könnten, müssen in der Tiefe, in der Dunkelheit ohne Einfluß des Sonnenlichtes gebildet worden sein. Auch müßten diese wohl anaerob sein, da nach meiner Auffassung der Lublinit sich unter der Einwirkung höherer Konzentration der Kohlensäure im Boden und damit auch in den in ihm zirkulierenden Wässern gebildet haben muß.

Wollte man annehmen, daß der Lublinit in genetischem Zusammenhang mit Lebewesen gebildet ist, so ist dagegen zu sagen, daß jegliche morphologische oder chemische Beobachtung fehlt, die dies zu bestätigen geeignet wäre. Weder fand sich bei makroskopischer oder mikroskopischer Untersuchung ein Lebewesen, das sich neben den Nadeln befand und dem man die Ausscheidung von Lublinit hätte zuschreiben können, oder organische Substanz im Zusammenhang mit den Nadeln, sei es, daß sie an ihnen haftete oder sie umhüllte oder in ihnen eingelagert war, vielmehr wurden die Mineralhärchen, soweit unverändertes Material vorlag, immer für sich, ohne Vorhandensein irgend einer Fremdsubstanz, gefunden und ragten frei in die Gesteinshohlräume hinein, noch beobachtete ich Anzeichen einer besonderen Struktur, die mit Organischem hätte in Zusammenhang gebracht werden können. Im Gegenteil ließ die streng geradlinige, scharf in allen Teilen gleich dicke Ausbildung der Lublinitindividuen speziell anorganische Entstehung vermuten. Immerhin wäre es bei Berücksichtigung der außerordentlichen Kleinheit der Einzelindividuen möglich, daß infolge von Eintrocknung und Schrumpfung organischer Bestandteile diese wegen minimaler Ausbildung übersehen worden sind bezw. nicht erkannt werden konnten. Auch Mügge hat jedoch keine Beobachtungen dieser Art gemacht. Die angefertigte quantitative Analyse konnte über diese Frage nicht, weder in positivem noch in negativem Sinne, entscheiden, da bei Annahme trockenen Materials der organische Bestandteil auf ein Minimum seinem Gewicht nach reduziert sein konnte, das auch beim Glühen der Substanz keine Spuren zeigt, in der Weise, daß eine zeitweilige Dunkelfärbung des Pulvers eintreten würde. Tatsächlich hat die Analyse an Gewichtsverlust nur 0,48 % ergeben, der auf hygroskopisches Wasser oder organische Substanz gedeutet werden kann[1].

---

[1] Lang, a. a. O. p. 129.

Auch unter der Voraussetzung, daß die Lublinitnädelchen im Zusammenhang mit organischer Substanz als eigenartige Ausbildung des Calcits gebildet worden sind, ist es kaum erklärbar, daß die Anlagerung der Moleküle zu einem so eigenartigen kristallographisch-optischen Aufbau führte, wie ihn der Lublinit zeigt, daß nämlich der Calcit schief zur Längsachse der organischen Produkte an- bezw. ein- bezw. aufgelagert sein soll. Für den Fall, daß der Lublinit eine Calcitpseudomorphose nach einem organischen Überrest darstelle, meint auch Mügge, daß das $CaCO_3$ parallel der Längsrichtung auslöschen müsse.

Dasselbe ist auch, mindestens im allgemeinen, dann der Fall, wenn calcitische organogene Einlagerungs- oder Umhüllungsprodukte vorliegen. Von fossilen Seeigelstacheln und Crinoidenstielgliedern ist die kristallographisch-optische Orientierung parallel zur Längsachse schon lang bekannt. Becher[1] zeigte Entsprechendes an rezenten Tieren: an Rädchen von *Myriotrochus* fand er, daß die optische Achse ungefähr mit der Rädchenachse zusammenfällt, bei den Brachialia der Crinoiden, daß sie im großen ganzen parallel der Armachse verläuft. Es ist kaum anzunehmen, daß bei Pflanzen die Calcitausscheidung anders erfolgen soll. Da nun der Lublinit eine Auslöschung unter wechselndem Winkel zeigt (entsprechend der von mir angegebenen monoklinen Kristallisation), so wäre meines Erachtens bei Annahme seiner hexagonal-rhomboedrischen Ausbildung und organogenen Entstehung das Rätsel der schiefen Auslöschung in keiner Weise der Lösung nähergeführt. Vielmehr wäre dann immer noch aufzuklären, warum der Calcit in solch abnormer Weise ein- oder angelagert bezw. ausgebildet sei.

Das Fehlen einer Spaltbarkeit am Lublinit läßt sich, seine hexagonal-rhomboedrische Kristallisation vorausgesetzt, auch am ehesten bei Annahme organogener Entstehung desselben erklären. Man könnte dann annehmen, daß der Lublinit von einem organogenen Mantel umgeben oder von einem organogenen Kanal oder Gewebe durchdrungen sei, das den Nadeln eine gewisse größere Festigkeit verleihe, so daß die Nadeln das Fehlen einer Spaltbarkeit vortäuschen. Dem ist aber entgegenzuhalten, daß der mikroskopische Befund keinerlei Anzeichen eines Mantels oder eines Achsenkanals oder einer Durchwebung mit organischer Substanz gibt. Trotzdem sind die Stäbchen nicht zerbrochen, die bei der Überdeckung durch das Deckgläschen in mehr oder weniger zähflüssigem heißem Canadabalsam im Verhältnis zu ihrer Feinheit einen sehr beträchtlichen Druck auszuhalten hatten. Wären sie

[1] Über die Benutzung des Polarisationsmikroskops zur morphologischen Analyse des Echinodermenskeletts. Zool. Jahrb. **38**. 1914. p. 216. Den Hinweis auf diese Arbeit verdanke ich meinem Tübinger zoologischen Kollegen Dr. Prell.

Calcit gewesen, so wären sie sicher in zahllose kurztafelige oder kurzsäulenförmige Stücke zerbrochen. Denn es erscheint nicht als möglich, daß Calcit, der einem seitlichen Druck unterworfen wird, bei einem Verhältnis der Länge zur Breite von bis zu 1000 : 1 nicht in kleinere Stücke zerbrechen sollte.

Eine Ummantelung des Lublinits durch organische Substanz bezw. eine Beständigkeit eines solchen Mantels ist aber auch aus dem Grunde nicht anzunehmen, weil die Lublinitkriställchen sich gegenseitig gern zu einem dichten Filz verkitten.

Aus demselben Grunde können aber auch die Farbreaktionen nicht durch etwa anwesende organische Substanz beeinflußt sein. Diese hätte auch deshalb keinen Einfluß auf die Färbung ausüben können, weil die Bergmilch jeweils vorher pulverisiert wurde, so daß der Zusammenhang der Teilchen zerstört war und die Lösungen deshalb ungehindert zu dem anorganischen $CaCO_3$ zutreten konnten. Wenn deshalb bei Lublinit die Färbung mit Kobaltnitrat eine andere war und mit Kobaltnitrat und mit Silbernitrat-Kaliumbichromat langsamer vor sich ging als bei Calcit, so können diese Verschiedenheiten eben nicht anders gedeutet werden, als daß Lublinit einen anderen Aufbau seiner Moleküle besitzt als die übrigen Calciumcarbonate, d. h. daß Lublinit eine selbständige Modifikation darstellt.

Auch aus den im vorstehenden angegebenen Gründen halte ich es somit für ausgeschlossen, daß Lublinit mit Calcit identisch ist und organischer Entstehung seine Existenz verdankt. Es besteht für mich deshalb keine Veranlassung, meine bisherigen Resultate zu modifizieren, vielmehr halte ich nach wie vor daran fest, daß Lublinit eine neue anorganogene Modifikation des Calciumcarbonats ist.

Für Mitteilungen über Fundorte des Lublinits mit genauen Angaben des Muttergesteins und der Tiefe unter der Oberfläche, in der er gefunden wurde, wäre ich sehr dankbar, da ich beabsichtige, dieselben gelegentlich zusammenzustellen, um auch über die Verbreitung des Lublinits noch genauere Anhaltspunkte zu gewinnen.

Ludwigsburg, im Januar 1915.

Neue Anschauungen über die Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums.

Von Dr. **Ernst Nowak.**

Mit 1 Kartenskizze.

Den tektonischen Erscheinungen im mittelböhmischen Altpaläozoicum ist — trotzdem wir es dank der großzügigen Untersuchungen Barrande's zu einem der geologisch bestbekannten Gebiete rechnen müssen — verhältnismäßig noch wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. Bekanntlich ging Barrande's Auffassung dahin, daß die altpaläozoischen Schichten Mittelböhmens schüsselförmig ineinander gelagert sind und in einem ursprünglichen „Silurbecken" — wie er es nannte — zur Ablagerung gekommen sind. Diese Vorstellung mußte mit der Zeit dahin modifiziert werden, daß wohl eine im allgemeinen muldenförmige Lagerung da ist — von den ältesten Schichten an den Rändern des Gebietes folgen gegen innen zu immer jüngere —, daß diese aber nicht ursprünglich, sondern tektonisch hervorgerufen ist. Die bisher eingehendsten und wertvollsten tektonischen Untersuchungen verdanken wir Krejči aus den 70er und 80er Jahren. Er zeigte, wie außerordentlich mannigfach das Silurgebiet gestört ist und legte die wichtigsten, im Streichen der Schichten verlaufenden Störungslinien fest. Freilich leidet die Auffassung Krejči's noch an einer gewissen Einseitigkeit, entsprechend dem damaligen Stand der Tektonik als Wissenszweig, — zu einer Zeit, wo ein derartig kühner Falten- und Schuppenbau, wie ihn uns in den letzten Jahrzehnten die Alpen kennen lernen ließen, noch nicht geläufig war. Nach Krejči's Darstellungen[1] sind die Längsstörungen im mittelböhmischen Altpaläozoicum durchweg als über fast die ganze Längserstreckung des Gebietes ununterbrochen dahinziehende, steil zur Tiefe setzende Verwerfungen anzusehen; den Faltungserscheinungen hat Krejči ein geringeres Augenmerk zugewendet.

In der Erkenntnis, daß das mittelböhmische Altpaläozoicum nur den geringen Rest ehemals über weite Gebiete verbreiteter Ablagerungen darstellt, die ihre Erhaltung den tektonischen Verhältnissen danken, sprach Eduard Suess[2] die Ansicht aus, daß hier eine grabenförmig versenkte und dadurch der Abtragung entgangene Scholle der Erdrinde vorliegt. Katzer nahm in seiner „Geologie von Böhmen" (1892) diese Ansicht auf und arbeitete sie weiter aus. Auch Katzer legt den „Verwerfungsklüften,

[1] Vor allem sei genannt seine „Orographisch-geotektonische Übersicht des silurischen Gebietes im mittleren Böhmen". Arch. f. naturwiss. Landesdurchf. v. Böhmen. **5**, 5. 1885.

[2] Antlitz der Erde. I. p. 168.

Sprüngen und Spalten" das Hauptgewicht im Baue des mittelböhmischen Altpaläozoicums bei. Im Sinne der SUESS'schen Theorie und in Anbetracht der KREJČI'schen Annahme von einer Reihe, das Gebiet mehr minder parallel durchsetzenden Bruchflächen, spricht er von einer Absenkung der inneren Gebirgsteile in Form einer Staffelgleitung. Er dürfte hiebei jedoch übersehen haben, daß gerade nach den Profilen, die KREJČI gibt, die äußeren Gebirgsteile im Verhältnisse zu den inneren gehoben erscheinen, also von einem Staffelbruch gegen innen nicht die Rede sein kann.

Hierauf hat sich eine Reihe von Jahren niemand mit der Tektonik eines größeren Anteiles des mittelböhmischen Altpaläozoicums beschäftigt, bis UHLIG auf die tektonischen Probleme, die hier noch der Lösung harren, hinwies und SEEMANN zu seiner tiefer unten eingehend zu besprechenden, 1907 erschienenen Arbeit veranlaßte.

Vor allem hat aber FRANZ WÄHNER, dessen Auge durch überaus reiche Erfahrungen im Gebiete alpinen Gebirgsbaues geschärft ist, schon durch eine Reihe von Jahren in seinen Vorlesungen, in Vorträgen und auf Exkursionen immer wieder darauf hingewiesen, daß zahlreiche Erscheinungen dafür sprechen, daß seitliche Bewegungsvorgänge für den Bauplan des altpaläozoischen Gebirges Mittelböhmens bestimmend waren. Solche Erscheinungen sind das überaus häufige Auftreten von Rutschflächen längs oder parallel zu den Schichtflächen, die intensiven Faltungserscheinungen, wobei überkippte und liegende Falten durchaus nicht selten sind und oft zu Überschiebungen führen, — und schließlich die zahlreichen, manchmal bis ins kleinste gehenden Blattverschiebungen.

Alle neueren systematischen tektonischen Untersuchungen konnten nun tatsächlich die von WÄHNER gemachten Beobachtungen und aus ihnen gefolgerten Schlüsse auch für weite und entfernt auseinanderliegende Gebiete des mittelböhmischen altpaläozoischen Gebirges als gültig bestätigen.

Es sind in neuester Zeit bisher drei größere geschlossene Gebiete, die teilweise aneinandergrenzen und fast durchwegs dem sogenannten Südflügel der mittelböhmischen „Silurmulde" angehören, eingehenderen tektonischen Studien unterzogen worden. Es ist das das Obersilur- und Devongebiet südlich der Beraun, das SEEMANN untersucht hat [1], dann das östlich und südöstlich anschließende, vorwiegend untersilurische Gebiet, das ERNST NOWAK bearbeitet hat [2], und schließlich das von LIEBUS erforschte untersilurisch-

[1] Das mittelböhmische Obersilur- und Devongebiet SW der Beraun. Beitr. z. Geol. u. Pal. Österr.-Ung. u. d. Or. **20.** 1907.

[2] Geologische Untersuchungen im Südflügel des mittelböhmischen Silurs. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1914, und: Vorläufige Mitteilung. Verh. d. geol. Reichsanst. 1913.

cambrische Gebiet an der Littawa[1]. Außerdem sind von Kettner mehrere tektonische Studien veröffentlicht worden, von denen besonders eine die Umgebung von Königssaal[2] und die das Motoltal bei Prag betreffenden hervorgehoben seien[3]; ferner hat Woldřich in einem geologischen Führer die Tektonik des Scharkatales NW von Prag behandelt[4] und einen Teil des gleichzeitig von Ernst Nowak in Untersuchung gezogenen Gebietes bearbeitet[5].

Es wird für den Gang unserer Betrachtungen am zweckmäßigsten sein, wenn wir die drei oben genannten größeren Gebiete, die für sich gut abgegrenzt sind, einzeln betrachten und uns dann jenen Arbeiten zuwenden, die räumlich beschränktere Gebiete ins Auge gefaßt haben, die aber, weil sie verschiedenen Punkten, und zwar zum Teil solchen des Nordflügels des altpaläozoischen Gebirges entnommen sind, als wesentliche Stützpunkte für die neue Auffassung der Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums anzusehen sind.

Das obersilurisch-devonische Terrain südlich der Beraun ist an drei Stellen, von SE, S und NW von untersilurischen d_5-Schichten umrandet, während es gegen NE ungefähr senkrecht zum Streichen vom Beraunfluß abgeschnitten wird. Die Lagerungsverhältnisse dieser, die jüngeren Formationen umfassenden untersilurischen Schichten (d_5) lassen mit großer Deutlichkeit durch ihr umlaufendes Streichen einen Muldenschluß erkennen. Der Boden dieser tektonischen Mulde, sowie die ihr Inneres erfüllenden Obersilur- und Devonschichten sind weiterhin detaillierten Faltungen und vielfachen Zerreissungen unterlegen gewesen. Infolge dieser zahlreichen Störungen ist der synklinale Bau im Muldeninnern ziemlich verwischt; es läßt sich nur feststellen, daß die Muldenachse etwa von Tetin gegen SW verläuft.

Die alte Auffassung Krejči's nimmt auch hier aufrechte Faltenzüge an, die durch zahlreiche senkrechte Verwerfungen zerstückelt sind.

Nach den Untersuchungen Seemann's gestaltet sich das tektonische Bild wesentlich anders. An Stelle der flachen Falten-

[1] Geologische Studien am SE-Rande des Altpaläozoicums in Mittelböhmen. Jahrb. d. geol Reichsanst. Wien 1913.

[2] Ein Beitrag zur Kenntnis der geologischen Verhältnisse der Umgebung von Königsaal. Verhandl. d. geol. Reichsanst. Wien 1914. 7/8.

[3] Über das neue Vorkommen untersilurischer Bryozoen und anderer Fossilien in der Ziegelei Pernikařka bei Košiř. Bull. int. de l'Ac. des Sc. de Boh. 1913, und: Do údoli Motolského a Šáreckého u Prahy. Sborn. Kl. přirod. v Praze 1913.

[4] Do údoli Motolského a Šáreckého u Prahy. Sborn. Kl. přirod. v Praze 1913.

[5] Die geologischen Verhältnisse der Gegend zwischen Litten—Hinter-Třeban und Poučnik bei Budňan. Sitzber. d. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1914.

wellen, wie sie die Profile Krejčí's zeigen, treten meist steile, geneigte oder liegende Falten, während die Brüche den Charakter von Überschiebungen haben und senkrechten Verwerfungen höchstens eine untergeordnete Bedeutung zukommt. — Von zehn Längsbrüchen größeren Ausmaßes, die Seemann in seinem Gebiete feststellen konnte und in seiner Karte verzeichnet, haben sich sechs mit Sicherheit als Überschiebungen erwiesen, vier faßt Seemann als Senkungsbrüche auf, ohne jedoch hiefür — zumindest für den einen (den Kodaer Bruch, von dem weiter unten ausführlich die Rede sein soll) — ausreichende Beweise vorzubringen; außerdem führt Seemann noch drei weitere Längsbrüche an, von denen er zwei als senkrechte Verwerfungen auffaßt, während er sich über den Charakter des dritten nicht äußert. Die Existenz dieser drei Brüche scheint jedoch nicht genügend begründet. Vielmehr dürften sich die Lagerungsverhältnisse, die Seemann mit ihnen erklären will — wie ich später zeigen will —, auf Isoklinalfalten zurückführen lassen.

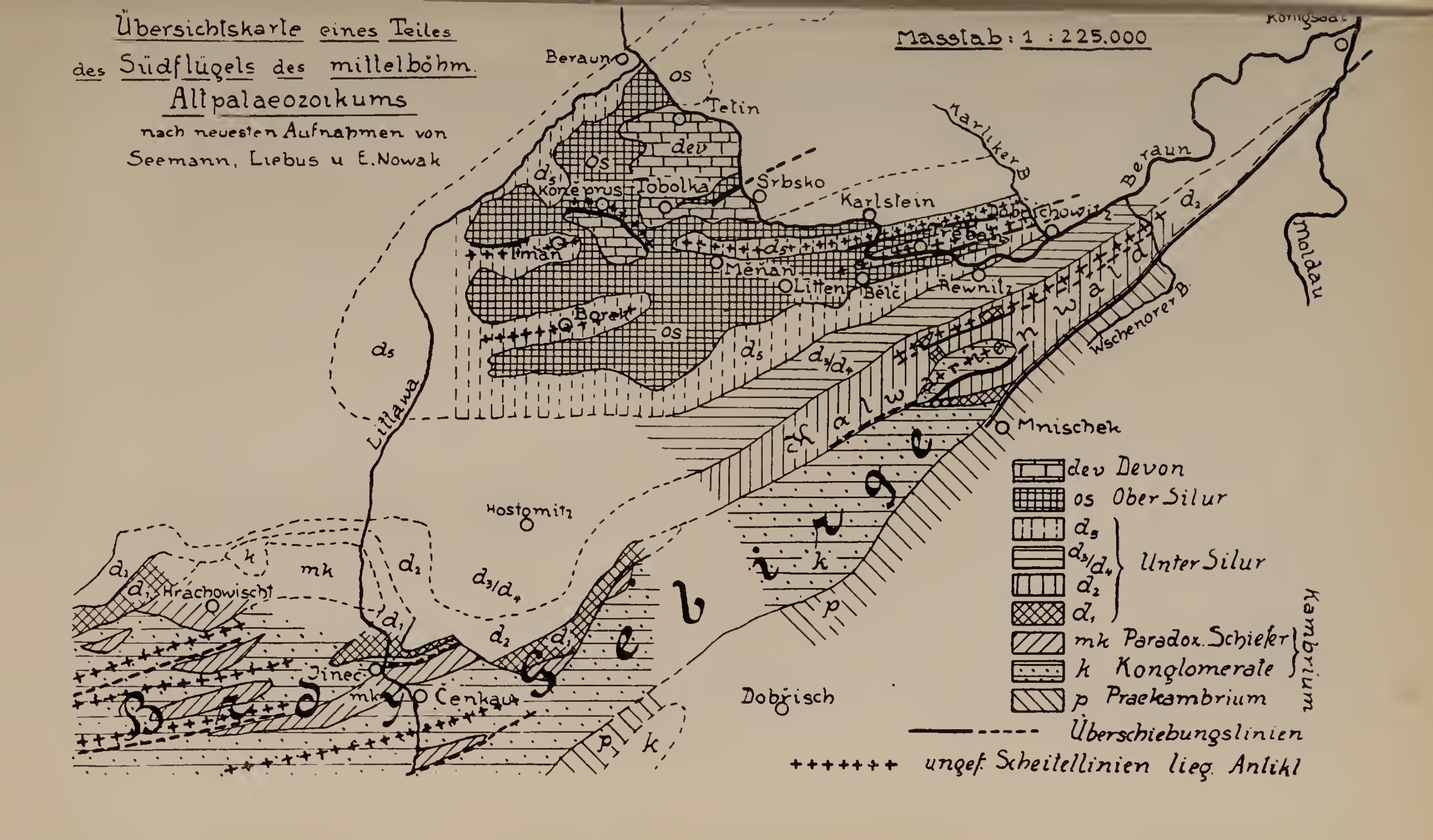
Die auffallendste Erscheinung im Seemann'schen Kartenbilde ist eine Insel devonischer Gesteine inmitten des Obersilurs südlich von Koněprus. In der „Koněpruser Devonscholle" herrscht eine abnormale Streichrichtung von WNW nach ESE, während im übrigen Gebiet, wie überhaupt im mittelböhmischen Altpaläozoicum, das Streichen in der Regel WSW—ENE gerichtet ist. Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß die Koněpruser Devonscholle durch eine Querstörung von dem Devongebiete bei Tobolka losgerissen ist und dabei eine Torsion von ca. 45° erfahren hat; damit würde unter anderem die abnormale Streichrichtung im Koněpruser Devon seine Erklärung finden. Einen derartigen Querbruch deduziert Seemann allerdings nicht, wie er überhaupt nur eine einzige Querstörung annimmt; es ist dies eine Blattverschiebung im äußersten Norden des aufgenommenen Gebietes, südlich der Stadt Beraun. Sie fällt bemerkenswerterweise genau in die Fortsetzung der angenommenen Querstörung zwischen dem Koněpruser und Tobolkaer Devongebiet und legt den Gedanken an einen Zusammenhang beider Störungen nahe. Die Feststellung derartiger Blattverschiebungen ist von großer Wichtigkeit, da sie — wie die Überschiebungen — Zeugnis für das Vorhandensein seitlicher Bewegungsvorgänge ablegen.

Die Koněpruser Devonscholle ist entsprechend der gewaltigen Pressung, der sie jedenfalls ausgesetzt war, fast allseits von Brüchen begrenzt. Die Nordgrenze bildet eine große Überschiebungsfläche, die schon von Jahn[1] als solche erkannt wurde und durch den in diesem Gebiete sehr regen Steinbruchbetrieb prachtvoll aufgeschlossen ist. Längs dieser Überschiebungs-

[1] J. Jahn, Exkursionsführer zum Wiener Geologenkongreß 1903.

flächen, deren im allgemeinen nordöstliches Einfallen im SE flacher (25^0), im NW steiler (70^0) ist (nach SEEMANN), ist der überstürzte Mittelschenkel einer aus obersilurischen Kalken (e_2) und Graptolithenschiefern (e_1) gebildeten liegenden Falte auf die devonischen Riffkalke (f_2) hinaufgeschoben. Es ist dies ein typisches Bewegungsbild aus unserem altpaläozoischen Gebirge. — Gegen SW ist die Koněpruser Devonscholle nach SEEMANN durch zwei, nahezu parallel streichende senkrechte Verwerfungen aus dem Verbande mit dem angrenzenden Obersilur herausgehoben. Die Lagerung der Koněpruser Devonschichten selbst ist einfach; sie fallen im allgemeinen nach NE, nur im äußersten Osten bilden sie eine flache Mulde. Einer intensiven Faltung, wie man sie wohl in diesem stark gestörten Gebiet erwarten würde, waren hier die Gesteine, die zum Teil massig (Riffkalke) oder sehr dickbankig ausgebildet sind, nicht zugänglich.

Als eine zweite bedeutende Störungsregion fällt in SEEMANN's Karte das Devongebiet bei T o b o l k a und T e t i n in die Augen; es ist durch den Beraunfluß bezw. durch die an seinem rechten Ufer führende Eisenbahn in einem schönen Profile aufgeschlossen. Über dem Obersilur folgt hier gegen NW — flußaufwärts — mehrfach gefaltet die gesamte Schichtfolge des böhmischen Devon bis zur jüngsten Stufe *H*, um mit dieser plötzlich gegen ältere Schichten (Obersilur und Unterdevon) anzustoßen. Die Lagerungsverhältnisse dieser letzteren lassen eine große nach SSE blickende I s o k l i n a l f a l t e erkennen, deren Mittelschenkel zerrissen ist, wobei die das Falteninnere bildenden e_2- und f_2-Schichten über die unter ihnen liegenden g_1-Schichten (devonische Knollenkalke) g e s c h o b e n sind und diese in zahlreiche sekundäre Falten zusammengestaut haben. Die Störung, welche diese I s o k l i n a l f a l t e des K o d a e r B e r g e s von den *H*-Schichten trennt und die schon seit KREJČI unter dem Namen des Kodaer Bruches bekannt ist, sieht SEEMANN für einen Senkungsbruch an, ohne jedoch hiefür überzeugende Argumente vorbringen zu können. Es scheint vielmehr dem ganzen Bauplan des Gebirges viel entsprechender, anzunehmen, daß auch der K o d a e r B r u c h eine Ü b e r s c h i e b u n g ist, bei der der Hangend- und ein Teil des Mittelschenkels der Kodaer Isoklinalfalte ü b e r d i e *H*-S c h i c h t e n, welche mit den unter ihnen folgenden Schichten den L i e g e n d s c h e n k e l d e r s e l b e n F a l t e d a r s t e l l e n, geschoben wurde. Bei dieser Bewegung ist ein großer Teil des Mittelschenkels zertrümmert worden, was im Profile durch den Ausfall der g_2- und g_3-Schichten zum Ausdruck kommt. Diese Auffassung des Kodaer Bruches als eine Faltungsüberschiebung ist um so wahrscheinlicher, als SEEMANN selbst eine Zerreissung im Mittelschenkel der Kodaer Isoklinalfalte festgestellt hat. — Auch die Beschreibung, die KREJČI von der Kodaer Bruchlinie in ihrer Fortsetzung am linken Ufer der Beraun gibt,



Übersichtskarte eines Teiles
des Südflügels des mittelböhm.
Altpalaeozoikums
nach neuesten Aufnahmen von
Seemann, Liebus u E. Nowak
Masstab: 1 : 225.000
Beraun
Telin
Königsaal
Moldau
Karliker B.
Beraun
Srbsko
Karlstein
Tobolka
Koneprus
Liman
Borek
Menan
Litten
Bělč
Rewnitz
Dobřichowitz
Wschenorer B.
Mnischek
Littawa
Hostomitz
Hrachowischt
Jinec
Čenkau
Dobřisch
dev Devon
os Ober Silur
Unter Silur
mk Paradox. Schiefer
k Konglomerate
p Praekambrium
Kambrium
Überschiebungslinien
ungef. Scheitellinien lieg. Antikl

spricht nicht gegen die Auffassung derselben als eine Faltungsüberschiebung.

Verfolgen wir nun den Bruch von Koda nach den Angaben Seemann's von der Beraun im Streichen gegen SW. Nach Seemann stellt die Bruchlinie von Koda keinen einheitlichen Bruch vor, sondern besteht eigentlich aus mehreren Brüchen; er verzeichnet dementsprechend in seiner Karte eine zweimalige Unterbrechung und Knickung der Störungslinie. Auch diese Verhältnisse vertragen sich vollkommen mit der Annahme einer Faltungsüberschiebung. Es scheint eben die Kodaer Isoklinalfalte und damit auch die Überschiebungsfläche an zwei Stellen durch Blattverschiebungen verworfen zu sein, wie dies auch der Verlauf der Formationsgrenzen erkennen läßt.

Eine Fortsetzung der Bruchlinie von Koda läßt sich von Tobolka nach SW nach Seemann nicht nachweisen. Mir ist es jedoch nicht unwahrscheinlich, daß wir in der großen Überschiebung, welche die Koněpruser Devonscholle gegen N begrenzt, nichts anderes vor uns haben als die Fortsetzung des Bruches von Koda. Die im allgemeinen abweichende Streichrichtung der Koněpruser Überschiebung erklärt sich aus der großen Blattverschiebung, die die Koněpruser Devonscholle von dem Devon bei Tobolka abgetrennt und das mit einer Torsion verbundene Zur-Seite-Pressen derselben veranlaßt hat.

Eine Reihe von Dislokationen vermochte Seemann in demselben Profile am rechten Beraunufer bei Tetin festzustellen. Es sind hier „vier Brüche aufgeschlossen, von denen drei mit Überschiebungen verbunden waren“. Bezeichnend ist es, daß diese Überschiebungen innerhalb einer Synklinale erfolgt sind und daß die Schichten des Nordflügels im Muldeninnern überkippt und auf den Südflügel hinaufgeschoben sind.

Eine weitere Überschiebung hat Seemann im westlichen Teil seines Gebietes nachgewiesen. Hier ist das sich antiklinal unter dem Obersilur hervorwölbende Untersilur (d_5), das den Streifen von Tmaň bildet gegen N, über Diabas und Graptolithenschiefer (e_1) hinaufgeschoben. Diese Überschiebung ist aus der Zerreissung des Gewölbes hervorgegangen. Seemann nimmt auch an den Südgrenzen der d_5-Streifen von Borek und von Měňan (im E) Brüche gegen das Obersilur an, die er in seinen Profilen senkrecht zur Tiefe setzen läßt; dies ist sehr unwahrscheinlich, auch führt Seemann keine ausreichende Begründung für seine Anschauung an. Er erwähnt nur, daß man die Graptolithenschiefer unter die d_5-Schichten gleichsinnig einfallen sieht. Das kann ebensogut im Mittelschenkel einer Isoklinalfalte der Fall sein. Bezüglich des d_5-Streifens von Měňan konnte von mir in der Fortsetzung desselben gegen E im benachbarten Gebiete nachgewiesen werden, daß hier tatsächlich eine Isoklinalfalte vorliegt.

Noch deutlicher als im Aufnahmsgebiete SEEMANN's kommt der isoklinale Faltenbau des Gebirges, der mit Überschiebungserscheinungen Hand in Hand geht, in dem östlich anschließenden Gebiete zum Ausdruck, das ich untersucht habe, obwohl hier, wie schon der Blick auf die Karte lehrt, die tektonischen Verhältnisse nicht die gleiche Kompliziertheit erreichen. Das untersuchte Gebiet, das zu beiden Seiten des Beraunflusses unterhalb Karlstein liegt, umfaßt im allgemeinen untersilurisches Terrain (Barr. Et. *D*); doch ist das im SW angrenzende Cambrium und Präcambrium und das im NW anschließende tiefste Obersilur (e_1) mit einbezogen worden, da zum Teil gerade die Formationsgrenzen bedeutenden Störungen entsprechen.

Das Schichtstreichen ist in dem Gebiete außerordentlich konstant von WSW nach ENE (mit geringen Abweichungen) gerichtet, das Verflächen der Schichten fast durchwegs ein nordnordwestliches. In diesen Lagerungsverhältnissen gibt sich sehr schön die Zugehörigkeit des Gebietes zum Südflügel der großen mittelböhmischen Synklinale kund. Trotz des im allgemeinen ruhigen Baues ist auch dieses Gebiet von einer Anzahl von Längsstörungen durchzogen, die sich durchwegs als aus liegenden Isoklinalfalten hervorgegangene Überschiebungen erwiesen haben, während Querstörungen größeren Ausmaßes fehlen [1].

Ein wichtiges Störungsgebiet ist jenes an der Grenze des Unter- und Obersilurs in der Gegend von Třebau an der Beraun. Man findet hier, wenn man die Profile an beiden Ufern der Beraun abgeht, einen mehrmaligen Wechsel von untersilurischen d_5-Schichten und obersilurischen e_1-Graptolithenschiefern, wobei beide Schichtenkomplexe von überaus zahlreichen Diabasdurchbrüchen durchsetzt sind. Die gleichfalls als Einlagerungen im Untersilur auftretenden Graptolithenschiefer sind seinerzeit von BARRANDE als Kolonien gedeutet und als Stütze seiner bekannten Kolonienlehre verwendet worden. Aber schon KREJČI und LIPOLD haben auf den direkten Zusammenhang dieser Graptolithenschiefereinlagerungen mit dem obersilurischen Terrain bei Litten hingewiesen und ihr Auftreten mit Dislokationen erklärt. KREJČI nahm hier die Fortsetzung seiner Vostry-Bruchlinie an (einer seiner großen streichenden Verwerfungen), LIPOLD [2] hat sie sogar schon auf Isoklinalfalten zurückzuführen gesucht, mehrere Jahre darauf jedoch auf den energischen Protest BARRANDE's hin seine Ansichten zurückgezogen, nachdem ihm schon KREJČI darin vorausgegangen

[1] WOLDŘICH verzeichnet in dem von ihm untersuchten Gebietsanteil mehrere Blattverschiebungen, deren wahrscheinliches Vorhandensein ich ohne weiteres zugebe.

[2] Über H. BARRANDE's Kolonien in der Silurform Böhmens. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1861/62.

war. Es ist dies gewiß ein in der geologischen Literatur bemerkenswerter Fall, der sich nur mit dem großen Ansehen und der Überzeugungskraft, die BARRANDE besaß, erklären läßt.

Es gelang mir nun tatsächlich nachzuweisen[1], und zwar dadurch, daß ich die Graptolithenzonen-Einteilung innerhalb der e_1-Schichten zu Hilfe herbeizog, daß der Wechsel von d_5- und e_1-Schichten in der Gegend von Třeban auf die Bildung von Isoklinalfalten zurückgeht. Es zeigt sich, daß diese unmittelbar mit dem d_5-Zug, der im SEEMANN'schen Gebiete bei Měňan im obersilurischen Terrain aufbricht, zusammenhängen. Dieser Zusammenhang ist folgender: Bei Měňan tauchen die d_5-Schichten infolge antiklinaler Emporhebung aus dem obersilurischen Terrain auf und teilen dadurch die Graptolithenschiefer (e_1) in zwei Bezirke; in dem südlichen, der der Mulde der großen Isoklinalfalte entspricht, hebt sich bei Bělč infolge isoklinaler Faltung des Muldenbodens neuerdings ein d_5-Zug heraus, so daß nun die e_1-Schichten sowie die d_5-Schichten in drei parallelen Streifen auftreten. Die zwei südlichen, vom Untersilur eingekeilten Graptolithenschieferstreifen sind es, die BARRANDE in den Aufschlüssen bei Třeban als Kolonien angesprochen hat. Im weiteren Verlaufe nach NE — im Beranntale — erweist es sich jedoch an dem Nacheinanderauskeilen der Graptolithenzonen innerhalb e_1, daß die beiden Isoklinalfalten in Brüche übergehen. Es vollzieht sich dies jedenfalls so, daß die Mittelschenkel beider Falten reißen und die Hangendschenkel über die Liegendschenkel hinübergeschoben werden. Dadurch werden die in den Mulden befindlichen Graptolithenschiefer begraben, so daß wir noch weiter im NE, bei Karlik, wo sich in einem tief eingeschnittenen Quertal ein gutes Profil bietet, bereits eine geschlossene d_5-Zone vorfinden. Die Brüche, die hier gewiß noch vorhanden sind, lassen sich nicht mehr geologisch nachweisen, nur aus der orographischen Gestaltung und aus der großen Breite der d_5-Zone läßt sich ihre Fortsetzung noch auf eine Strecke weit erschließen.

Als ein weiteres wichtiges Störungsgebiet tritt uns der Kalvarienwald entgegen; dieser gehört dem Brdy-Gebirge an, jenem ansehnlichen waldbedeckten Höhenrücken, der fast durch den ganzen Südflügel der „Silurmulde" dahinstreicht und sein Emporragen den widerstandsfähigen Quarzkonglomeraten des Cambriums und den

---

[1] Es sei hier bemerkt, daß WOLDŘICH auf Grund seiner gleichzeitig und unabhängig von mir durchgeführten Beobachtungen in der Gegend von Karlstein-Třeban zu im wesentlichen den gleichen Anschauungen gelangte, wie sie im folgenden ausgeführt sind; seine sehr ins einzelne gehenden Untersuchungen bringen noch zahlreiche wertvolle Details über die Mechanik der tektonischen Vorgänge in diesem Abschnitt; auf einige geringe Abweichungen seiner Anschauungen von den meinigen kann hier nicht eingegangen werden.

Quarziten (d_2) des Untersilurs verdankt. — Der Kalvarienwald ist schon auf früheren Karten durch die scheinbare besondere Mächtigkeit der d_2-Quarzite und seine etwas abweichende orographische Gestaltung (Entwicklung eines Nebenrückens) aufgefallen. Dieser letztere Umstand sowie das Auftreten von Diabas, der für die Stufe d_1 charakteristisch ist, mitten im Quarzit an der Straße von Mnischek nach Řewnitz hat schon Krejčí bewogen, hier Längsstörungen vorzunehmen. Vor allem legte er hier die Fortsetzung seiner „Jinetzer Bruchlinie“ durch, die er hier als „große Brdabruchlinie“ bezeichnet und läßt längs dieser den südöstlichen (äußeren) Gebirgsteil abgesunken erscheinen und dadurch die Stufe d_1 zum Vorschein kommen.

Ich konnte nicht nur einen, sondern zwei durch d_2-Quarzit getrennte Aufbrüche von d_1-Schichten im Kalvarienwald feststellen, und zwar in der nordwestlichen (inneren) Aufbruchszone nur die $d_1\,\gamma$-Schiefer (der höchste Teil der d_1-Stufe), während ich in dem südöstlichen (äußeren) Aufbruch nicht nur die gesamte Entwicklung der d_1-Stufe in allen drei Unterabteilungen (α, β, γ), sondern darunter auch in bedeutender Mächtigkeit die cambrischen Konglomerate vorfand. Das Schichtfallen ist auch im Kalvarienwald isoklinal gegen NNW gerichtet. Es zeigte sich aber, daß die d_1-Schichten des nordwestlichen Aufbruches ($d_1\,\gamma$-Schiefer) im Kerne eines Gewölbes der d_2-Quarzite auftreten, dessen Scheitel sich auf einer Reihe von Höhen direkt beobachten läßt. Es ist also hier das Auftauchen der d_1-Schichten unbedingt nur durch isoklinale Faltenbildung zu erklären. Allerdings weist die stellenweise sehr geringe Mächtigkeit der im Hangenden der $d_1\,\gamma$-Schiefer vorhandenen d_2-Quarzite darauf hin, daß auch hier der Mittel- und Liegendschenkel der Falte nicht intakt geblieben ist.

Was den zweiten, südöstlichen Aufbruch älterer Gesteine betrifft, so spricht schon die in der Karte zum Ausdruck kommende halbmondförmige Form desselben, ferner das in der Gegend des Ostendes des Aufbruches im Quarzite herrschende abnormale, nämlich WNW—ESE gerichtete Streichen, das einen Gewölbeschluß andeutet, dafür, daß hier eine aus Faltenbildung hervorgegangene Dislokationsform vorliegt; das Fehlen der d_1-Schichten im Liegenden der Konglomerate läßt nicht die Annahme zu, daß man es hier mit einer vollständigen Isoklinalfalte zu tun hat. Weitaus am besten lassen sich somit die Lagerungsverhältnisse mit einer Faltenüberschiebung erklären, durch die ein Teil des Mittelschenkels der Falte unterdrückt wurde. Daß tatsächlich eine gewaltige Dislokation die Konglomerate von den liegenden Quarziten trennt, zeigt die breccienartige Struktur des Quarzites hart an der Grenzline, wie ich sie an einer Stelle beobachten konnte.

Nach den Ergebnissen über den Bau des Kalvarienwaldes müssen auch hier die Anschauungen über die Dislokationsformen, wie sie seit Krejči herrschend waren, modifiziert werden. Nicht steile, im Streichen langanshaltende Verwerfungen, sondern Isoklinalfalten und aus ihnen hervorgehende Überschiebungen beherrschen auch hier den Gebirgsbau; eine Fortsetzung der Störungen des Kalvarienwaldes nach NE oder SW läßt sich weder geologisch noch morphologisch erweisen. Es gibt somit keine einheitliche „große Brdabruchlinie" im Sinne Krejči's, die mit seiner Jinetzer Bruchlinie in unmittelbarem Zusammenhang steht, genau so, wie dies von seiner Vostry-Bruchlinie — wie wir oben erfahren haben — gilt. Damit soll aber keineswegs das Verdienst Krejči's geschmälert werden, der mit richtigem Blick die große Bedeutung der Längsstörungen im mittelböhmischen Altpaläozoicum erkannt und bereits auch die wichtigsten Zonen dieser Störungen — eben durch die Angabe seiner Bruchlinien — festgelegt hat.

Eine große Dislokation stellt die Grenze des Präcambriums gegen das Cambrium und Untersilur in der Gegend von Mnischek dar. Die präcambrischen Schichten schneiden hier gegen NE nacheinander im spitzen Winkel zunächst die cambrischen Konglomerate, dann die Stufe d_1 und schließlich auch d_2 ab, so daß sie in der Gegend von Königsaal unmittelbar an die Stufe d_3/d_4 stoßen. Einige Beobachtungen in dem von mir untersuchten Gebiet sowie manche Überlegungen ließen mir die Dislokation als eine Überschiebung erscheinen. Zu derselben Auffassung ist gleichzeitig Kettner gelangt[1]; er hat bei Königsaal direkte Beweise hiefür gefunden, indem er hier die präcambrischen Schichten über untersilurischen d_4-Gesteinen antraf; damit war er in der Lage, die Überschiebung in seinen beigegebenen Profilen direkt zur Darstellung zu bringen. Kettner fand auch weitere charakteristische Merkmale für das Vorhandensein der großen Überschiebung; so an der Dislokationslinie zwischen den präcambrischen Schichten und den d_4-Grauwacken eingekeilte, zusammenhanglose Fetzen von d_2-Quarziten als spärliche Reste des sonst mächtig entwickelten, hier in der Tiefe verborgenen, überschobenen Schichtgliedes. Auch konnte Kettner analog wie ich in den d_2-Quarziten des Wschenorertales in den d_4-Grauwacken bei Königsaal in unmittetbarer Nähe der Dislokation — d. h. an der Grenze des Präcambriums — eine sehr deutliche Zusammenstauchung der Schichten in steile Falten feststellen.

Jedenfalls lassen die Beobachtungen Kettner's keinen Zweifel mehr am Charakter der großen Störung an der Grenze des Präcambriums zu.

[1] Ein Beitrag zur geologischen Kenntnis der Umgebung von Königsaal. Verhandl. d. geol. Reichsanst. Wien 1914. 7/8.

Vor allem bemerkenswert ist es, daß diese Überschiebung nicht, wie wir es bisher im Südflügel der „Silurmulde“ beobachtet haben, von NNW nach SSE (von innen nach außen) gerichtet ist, sondern daß hier die Bewegung in entgegengesetztem Sinne, von außen nach innen, erfolgte. Gleichzeitig müssen wir uns jedoch vor Augen halten, daß wir es hier nicht mit einer Faltungsüberschiebung, sondern mit einer Schollenüberschiebung (einem Wechsel nach der Definition WILCKEN's) zu tun haben, einem in seinem Ergebnis wohl gleichen, aber mechanisch recht verschiedenen tektonischen Vorgang. Die Bewegungsrichtung der Überschiebung des Präcambriums stört durchaus nicht die Einheitlichkeit der Anlage des altpaläozoischen Gebirges. Im Gegenteil, sie ist nur der deutlichste Ausdruck eines mächtigen Seitendruckes, der im Verein mit dem Gegendruck, den er unbedingt erfahren hat, die Bedingung zu der Zusammenpressung des böhmischen Altpaläozoicums zu einem engen Faltengebirge bildete.

Von Bedeutung scheint mir auch der Umstand, daß die Störung an der Grenze des Präcambriums zwei Gebiete von verschiedenem tektonischen Stil scharf trennt: Im Präcambrium wechselt die Fallrichtung der Schichten (kein isoklinaler Schichtbau), es herrschen ruhige aufrechte Faltenzüge von meist bedeutender Basisbreite [1]; die Dislokation scheidet hier somit tatsächlich zwei tektonisch differenzierte Schollen.

Betrachten wir nun das vorwiegend cambrische Gebiet an der Littawa, dessen Tektonik von LIEBUS erforscht wurde [2]. Das Gebiet gehört orographisch dem südlichen Brdy-Wald an, der in diesem Teile mehrere, zum Teil im Berge aufgelöste Kämme aufweist. Er setzt sich hauptsächlich aus fossilleeren, heute fast allgemein als cambrisch angesehenen, sogen. Třemoschna-Konglomeraten zusammen; in diesen treten jedoch, an die Terrainmulden gebunden, schmale, parallel gerichtete Streifen von mittelcambrischen *Paradoxides*-Schiefer auf. Dieser mehrmalige auffallende Wechsel von älteren (Konglomerate) und jüngeren Schichten (*Paradoxides*-Schiefer) war früher teils überhaupt übersehen worden (KREJČI) — das Gebiet ist vollkommener Waldbedeckung wegen schwer zugänglich und arm an Aufschlüssen —, teils begnügte man sich damit (POŠEPNY), die schon von KREJČI aus der orographischen Gestaltung erschlossenen streichenden Brüche, die den flach nach NW

[1] Nach eigenen Beobachtungen; sehr gut zeigen es auch die Profile, die KETTNER in seiner Arbeit „Über die lakkolithenartigen Intrusionen der Porphyre zwischen Mnischek und der Moldau“. Bull. int. de l'Ac. des Sc. de Boh. 1914, gibt.

[2] „Geologische Studien am SE-Rande des Altpaläozoicums in Mittelböhmen.“ Kleinere frühere Abhandlungen von ihm sind noch stark von den KREJČI'schen Ansichten beeinflußt.

fallenden Schichtenkomplex durchsetzen und längs deren die *Paradoxides*-Schiefer „eingeklemmt" sein sollten, als Erklärung herbeizuziehen.

Falsche Schichtenidentifizierungen gaben weiterhin ein unrichtiges Bild von der Tektonik dieses Gebietes. Mehrfache Richtigstellungen in dieser Beziehung, sowie die genaue Verfolgung der *Paradoxides*-Schieferstreifen und zahlreiche Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse boten nun Liebus die Grundlage zu einer ganz anderen Auffassung der Tektonik daselbst. Nach dieser ist der mehrmalige Wechsel zwischen Konglomeraten und *Paradoxides*-Schiefer auf mehrfache isoklinale Auffaltung der Schichten zurückzuführen. Hiefür spricht schon die große Regelmäßigkeit in der Wiederholung der Schichtenglieder. Messungen des Fallwinkels haben mit größter Wahrscheinlichkeit ergeben, daß die Konglomeratrücken wirklich tektonischen Gewölben entsprechen. Beobachtungen von engen Faltungen und Biegungen der Konglomeratschichten haben ferner den Beweis erbracht, daß diese dickbankigen, spröden Gesteine tatsächlich einer intensiven Faltung zugänglich sind. Von großer Bedeutung ist es, daß die Aufschlüsse am rechten Littawaufer in dem breiten *Paradoxides*-Schieferstreifen zwischen Jinetz und Čenkau direkt die muldenförmige Lagerung der Schiefer sehen lassen.

Gegen SW konvergieren die Konglomeratrücken, ein Zeichen, daß die Faltenzüge, deren südlich von Hrachowischt vier vorhanden sind, in dieser Richtung aneinanderrücken. Tatsächlich keilen auch damit die *Paradoxides*-Schiefer aus, sie werden sichtlich von den eng zusammengedrängten Gewölben überschoben. Es tritt also auch hier wieder der charakteristische Fall ein, daß die liegenden Isoklinalfalten durch Überanstrengung der Mittelschenkel im Streichen in Überschiebungen übergehen.

Der südliche Brdywald in der Gegend von Jinetz stellt sich nach den Untersuchungen von Liebus somit gleichfalls als ein Typus isoklinalen Faltenbaues dar. Es ist dies um so bezeichnender, als wir in der weiteren Fortsetzung des Gebirges gegen ENE im Kalvarienwald den ganz analogen Gebirgsbau angetroffen haben.

Isoklinale Falten und Faltenzüge, die auftauchen und untertauchen — an anderer Stelle wieder aufbrechen, deren Flügel sich vielfach schuppenartig übereinanderschieben und dadurch die Muldenregionen teilweise zerstören —, so gestaltet sich uns das tektonische Bild des Brdygebirges, des heute orographisch hervortretendsten Bestandteiles im altpaläozoischen Gebirge Böhmens.

Während wir bisher ausschließlich Gebiete, die dem Südflügel der böhmischen „Silurmulde" angehören, kennen gelernt haben, gewähren uns die eingehenden Studien Kettner's im Motoltale bei Prag auch einen Einblick in die Tektonik des Nordflügels.

Im Tale des Motoler Baches W von Prag kommen Schichten des Untersilurs ($d_1\gamma$ bis d_5) und des tiefsten Obersilurs (e_1) zum Vorschein, während die Höhen zu beiden Seiten des Tales die transgredierende Kreidedecke einnimmt. Der Bach fließt annähernd im Schichtstreichen, das auch hier etwa WSW bis ENE, wie es in der altpaläozoischen Mulde die Regel ist, gerichtet ist.

Vor allem lenkt der Verlauf der d_2-Quarzite unsere Aufmerksamkeit auf sich. Dieselben bilden zwei, stellenweise drei schmale Züge, die durch eine große Anzahl von Blattverschiebungen verworfen sind. Auf die große Bedeutung solcher Blattverwerfungen wurde schon einmal hingewiesen; sie sind die Folgen der Auslösung eines gewaltigen Seitendruckes. — Zwischen den Quarzitzügen sind $d_1\gamma$-Schiefer eingeschaltet; im Hangenden der Quarzite folgen in normaler Weise die Schichten der Stufe d_3/d_4. Dagegen erscheinen scheinbar im Liegenden der Quarzite in geringer Entfernung von demselben obersilurische Graptolithenschiefer (e_1), ein Zeichen, daß hier eine große Längsstörung durchgeht. Kettner erklärt diese Verhältnisse folgendermaßen: Die Wiederholung der d_2-Quarzite ist durch die Bildung eines schiefen, nach NNW überkippten isoklinalen Gewölbes bedingt, in dessen Kern die $d_1\gamma$-Schiefer zum Vorschein kommen. An einer Stelle nahe dem Ausgange des Tales zeigt es sich, daß der Liegendflügel des Quarzitgewölbes über sehr stark gestörte und deformierte d_4-Schichten[1] überschoben ist. Demnach entspricht die ganze große Längsstörung, welche die Quarzite des Motoltales gegen NNW von den daselbst auftretenden jüngeren Schichten scheidet — es ist die schon von Krejči erkannte „Prager Bruchlinie" —, einer großen Überschiebung. Das Erscheinen des dritten Quarzitzuges wird durch Zerreißen des Liegendflügels des Quarzitgewölbes im Streichen gegen WSW veranlaßt. Die Verwerfung, längs welcher die Abspaltung dieses dritten Quarzitzuges erfolgte, ist in einem Eisenbahneinschnitt deutlich aufgeschlossen.

So erklären sich die beim ersten Blick recht verworren scheinenden Verhältnisse des Motoltales nach der von Kettner trefflich begründeten, überzeugend und sehr klar vorgetragenen Auffassung auf der Basis eines einheitlichen, widerspruchslosen tektonischen Bewegungsbildes, deren Ursachen in sehr intensiven seitlichen Pressungen zu suchen ist.

Sehr ähnliche tektonische Verhältnisse wie im Motoltal haben die Untersuchungen Woldřich's im Scharkatal NW von Prag ergeben. Auch hier wird unter der Kreidedecke auf eine Strecke Untersilur ($d_1\beta$ bis d_4) entblößt, das sich aber gegen NW, gegen das Liegende zu, direkt an präcambrische Schichten anlehnt. Die auffallendste Erscheinung im geologischen Kartenbilde ist die mehr-

[1] Den Nachweis, daß man es hier mit d_4 zu tun hat, hat Kettner durch zahlreiche unzweifelhafte Fossilfunde erbracht.

fache Wiederholung der einzelnen untersilurischen Schichtglieder und das Auftreten präcambrischer Schichten inmitten des Untersilurs, wobei wiederum die Schichtenzonen durch zahlreiche Querbrüche zerstückelt erscheinen. Das Schichtfallen ist bei dem gewöhnlichen Streichen von WSW nach ENE, isoklinal gegen SSE gerichtet.

Woldřich kommt auch hier zu der Annahme eines schiefen, nach NNW übergelegten isoklinalen Gewölbes, dessen Liegendflügel über die Schichten, die die Reste des Liegendschenkels der ursprünglichen Isoklinalfalte darstellen, hinübergeschoben ist. Im Streichen gegen ENE zerreißt das Gewölbe und es entwickelt sich eine neue Überschiebung: Der Hangendflügel des Gewölbes ist über den Liegendflügel geschoben.

Bringen wir zum Schlusse die Ergebnisse der neueren tektonischen Untersuchungen im mittelböhmischen Altpaläozoicum in Zusammenhang, so kann man mit Genugtuung feststellen, daß sie in befriedigendster Weise übereinstimmen und sich gegenseitig ergänzen. Sie geben ein wenn auch noch lange nicht vollständiges. so doch schon heute recht klares und einheitliches Bild von der Tektonik unseres altpaläozoischen Gebirges. Dieses Bild läßt es uns — im Gegensatz zu der bisher verbreiteten Meinung — nicht als ein Gebiet erscheinen, in dem zerrende Kräfte vorwiegend vertikale Bewegungen auslösten, dagegen Faltungserscheinungen in den Hintergrund treten, nicht als einen komplizierten, staffelförmigen Grabenbruch im Sinne Katzer's, sondern als ein durch pressende Kräfte zusammengestautes Faltengebirge von alpinem Typus; wie in einem Schraubstock muß dieses Stück Erdrinde, das unser heutiges altpaläozoisches Gebirge in Mittelböhmen darstellt, zwischen den massiven Backen zweier benachbarter Schollen zusammengepreßt worden sein. Damit ist durchaus nicht die Annahme von der Hand gewiesen, sondern im Gegenteile bekräftigt, daß die Erhaltung der mittelböhmischen altpaläozoischen Ablagerungen einer ehemals verhältnismäßig tiefen, geschützten Lage dieser Scholle zu danken ist.

Personalia.

Ernannt: Der Privatdozent Dr. **Oskar Weigel** in Göttingen zum außerordentlichen Professor der Mineralogie und Petrographie an der Universität in Marburg und zum Direktor des mineralogisch-petrographischen Instituts daselbst als Nachfolger des am 1. April in den Ruhestand getretenen Professors Dr. Max Bauer. — Privatdozent Dr. **Paul Niggli** von der Universität und Technischen Hochschule in Zürich zum außerordentlichen Professor für physikalisch-chemische Mineralogie und Petrographie an der Universität Leipzig als Nachfolger von Prof. Nacken.

Verliehen: Dem Privatdozenten Dr. **Arthur Schwantke** in Marburg der Professortitel.

Gestorben: Am 3. Mai d. J. Geheimer Bergrat Professor Dr. **Adolf von Koenen** in Göttingen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Johannes Strüver †.

Johannes (ital. Giovanni) Strüver wurde am 23. Januar 1842 zu Braunschweig geboren. Seine Eltern waren Friedrich Strüver



und Dorothea geb. Pabst. Nachdem er mit besonderer Auszeichnung das Gymnasium seiner Vaterstadt und einen Kursus an dem berühmten „Collegium Carolinum" daselbst beendigt hatte, wurde

er mit 19 Jahren bei der philosophischen Fakultät zu Göttingen als Studiosus der Mathematik und der Naturwissenschaften immatrikuliert. Hier traf er hervorragende Lehrer, Wöhler in der Chemie, Listing in der Physik, Sartorius von Waltershausen in der Mineralogie, und erwarb die hohe wissenschaftliche Idealität und die tiefe und ausgedehnte Gelehrsamkeit, durch die er sich so sehr auszeichnete. Von seinem zweiten Universitätsjahre ab war er Assistent bei Sartorius von Waltershausen und am 19. August 1864 erwarb er sich den philosophischen Doktorgrad mit einer Dissertation paläontologischen Inhalts (No. 2 des Schriftenverzeichnisses am Schluß). Ende desselben Jahres wurde er, hauptsächlich auf Veranlassung von Quintino Sella, als Assistent bei der Lehrkanzel für Mineralogie und Geologie an der „R. Scuola di Applicazione per gl' Ingenieri“, die damals der bekannte Professor Bartolomeo Gastaldi innehatte, nach Turin berufen. In dieser Stellung blieb er bis 1870. 1868 wurde er zum Professor der Mineralogie und Geologie an dem „R. Istituto industriale e professionale“ in Turin ernannt. 1871 übernahm er dort den Unterricht in Mineralogie und Geologie an der Universität, zuerst als beauftragter, dann als außerordentlicher Professor und blieb in dieser Stellung bis 1873. Ende dieses Jahres wurde er zum ordentlichen Professor der Mineralogie und zum Direktor des mineralogischen Museums und Laboratoriums an der Universität zu Rom ernannt, und diese hervorragende Stellung bekleidete er bis zu seinem Tode, der am 21. Februar 1915, im 73. Lebensjahre, infolge eines Gehirnschlages eintrat. Zahlreiche Ehrenbezeugungen wurden ihm zuteil. 1878 wurde er Mitglied der Accademia dei Lincei, 1894 der „Società italiana delle Scienze detta dei XL.“. 1881 bis 1884 war er Mitglied des Ministeriums Bacelli, besonders als Mitarbeiter des hervorragenden Ministers des öffentlichen Unterrichts, in welcher Stellung er einen Gesetzentwurf über die Reform der Universitäten ausarbeitete. Er war Ritter des Mauritiusordens und Commendatore des Ordens der Italienischen Krone. Mehrere Male wurde er Mitglied des obersten Unterrichtsrates (Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione) und Präsident der Fakultät. 1886 trat er als Mitglied in das „Comitato geologico“ ein und 1914 ehrte ihn seine heimatliche Universität Göttingen durch die Erneuerung des Doktordiploms am 50. Jahrestage seiner Promotion.

Von größter Bedeutung war seine Wirksamkeit als Gelehrter, als Lehrer und als Institutsdirektor. Die Wissenschaft beklagt in dem Verstorbenen einen ihrer berühmtesten Vertreter und seine zahlreichen Schüler haben in ihm den Mann verloren, der mit seltener Geschicklichkeit und mit wahrhaft väterlicher Sorgfalt sie leitete auf dem schwierigen Wege ihrer Studien.

Seine vorbildliche und unermüdliche Tätigkeit in das richtige Licht zu setzen, geht über meine Kräfte, aber der Dank, den ich dem verehrten Lehrer schulde, dem ich in den letzten Jahren durch so viele Beziehungen der Zuneigung und der Achtung verbunden war, legen mir die Pflicht auf, ihm diese kurzen Worte der Erinnerung zu weihen, um so kürzer, je höher die wissenschaftliche Stellung des großen Gelehrten ist.

Strüver begann die Reihe seiner wissenschaftlichen Publikationen mit einer zoologischen Arbeit über „*Heterodontus Philippii*“ im Jahr 1864 und beschloß sie mit der Abhandlung: Chemische Reaktion der natürlichen Eisensulfide und des gediegenen Schwefels auf Kupfer und Silber bei gewöhnlicher Temperatur, die im Jahr 1901 in dies. Centralbl. erschien. Der Zeitraum seiner fruchtbarsten Tätigkeit erstreckte sich von 1864—1893. In dieser Zeit intensiver Publikation erwies er sich als wohlerfahren in allen Zweigen der Mineralogie, so daß er allgemein zu den bewährtesten Vertretern dieser Wissenschaft gerechnet wurde. Die überwiegende Zahl seiner Arbeiten beschäftigte sich mit Kristallographie. Er trug hiedurch vorzugsweise dazu bei, unsere Kenntnisse nach dieser Richtung in vielen Punkten zu erweitern und zu vertiefen. Einige allgemeine kristallographische Probleme wurden mit großer Weite des Gesichtspunkts und mit scharfem kritischem Geist behandelt, so die Untersuchung eines sehr vollkommen ausgebildeten Oktaeders des orientalischen Spinells, von dem er durch genaue Messungen feststellte, daß es den Verhältnissen eines physikalischen Oktaeders vollkommen entspricht, und die Untersuchungen über die fortgesetzte Zwillingsbildung desselben Minerals, über Sanidin und über Vesuvian, aus denen sich Schwankungen und Anomalien der Winkelwerte der Kristalle ergeben, sowie Ungleichheiten von Winkeln, die nach der Symmetrie als gleich hätten vorausgesetzt werden müssen. Auch in der klassischen Monographie des Schwefelkieses von Elba und von Traversella sind Fragen allgemeinen Inhalts behandelt, bezüglich des Vorkommens und der Verbreitung der einfachen Formen und ihrer Kombinationen in einer bestimmten Mineralspezies, sowie über die Wichtigkeit der Streifung der Flächen. Bei der Untersuchung der Lagerstätten des Alatales wurde dem Habitus der Diopsidkristalle besondere Aufmerksamkeit zugewendet, da die allgemeine Ausbildung der Kristalle eines bestimmten Fundorts es dem Kundigen oft leicht macht, das Herkommen eines vorliegenden Stückes zu bestimmen. Chemisch-kristallographische Untersuchungen wurden nach einer Methode, die noch heute bei Studien über Morphotropie als Muster dienen können, an Santoninderivaten angestellt, die aus dem Laboratorium von Cannizzaro hervorgegangen waren. In diesen Arbeiten wurden alle fundamentalen Fragen in betreff der Beziehungen zwischen Kristallform und chemischer Zusammensetzung ausführlich be-

sprochen, und in der Arbeit über die Parasantoninsäure wurde die Aufmerksamkeit auf die Ursachen gelenkt, die den Habitus (die Tracht) der Kristalle einer und derselben Substanz bestimmen, welche aber auf verschiedenen Wegen hergestellt worden sind. Es wurden damit in origineller Weise Fragen behandelt, die bis dahin noch nicht gestellt gewesen waren.

Sehr zahlreich und wichtig sind seine Beiträge zur beschreibenden Mineralogie. Er untersuchte hauptsächlich die Mineralien aus Piemont und Latium, und vorzugsweise vom kristallographischen Gesichtspunkt aus hat er unsere Kenntnis derselben bedeutend vermehrt und erweitert. Er beobachtete zuerst in Italien den Perowskit, Axinit, Columbit und den Brookit und entdeckte die neuen Mineralien Sellait und Gastaldit. Über die Genesis einiger wichtiger Minerallagerstätten stellte er scharfsinnige Betrachtungen an und gab u. a. eine geniale Theorie des Ursprungs der vulkanischen Mineralauswürflinge.

Aber wenn er auch seine Haupttätigkeit den erwähnten Gebieten zuwendete, so vernachlässigte er deshalb doch nicht die anderen Zweige seiner Wissenschaft, die chemische Mineralogie und die Petrographie. Gegenstände der chemischen Mineralogie behandeln seine letzten Arbeiten, nämlich über die Reaktionen, die bei gewöhnlicher Temperatur und im Trockenen bei der einfachen Berührung verschiedener Mineralien stattfinden, Erscheinungen von der höchsten Bedeutung für die Entstehung der Mineralien und für ihre fortgesetzte Umwandlung. Seine Wirksamkeit auf dem Gebiet der Petrographie war von besonderer Wichtigkeit, da sie mit den Anstoß zu weiteren derartigen Untersuchungen in Italien gaben, die alle auf seinem und Cossa's Vorgehen beruhten. Sie nahmen ihren Anfang im Jahre 1874, in dem Strüver seine Abhandlung über den Peridotit von Baldissero veröffentlichte. Außer anderen Beobachtungen an piemontesischen Gesteinen sind von besonderem Interesse seine petrographischen Untersuchungen in Latium, bei denen er die wahre Natur des Sperone erkannte und den hauynführenden Leucittephrit von Tavolata, ein Gestein von besonderer Bedeutung, beschrieb. Hier ist vor allem auch seine Abhandlung: „Contribuzioni allo studio dei graniti della Bassa Valsesia" zu nennen, eine Arbeit vom höchsten wissenschaftlichen Wert, einmal wegen der Genauigkeit und Wichtigkeit der darin niedergelegten Beobachtungen, aus denen auch die eindringenden geologischen Kenntnisse des Verfassers hervorgehen, sodann wegen ihrer in der Form vornehmen und korrekten, nur auf die Erkenntnis der Wahrheit gerichteten Kritik, die als ein nachahmenswertes Beispiel ihrer Art hingestellt zu werden verdient. In allen diesen Untersuchungen erkennt man die glückliche Auswahl der stets höchst interessanten Beweisstücke, die streng logische Entwicklung und die Genauigkeit der möglichst vollständigen Be-

obachtungen. Es ging hiebei immer die direkte Beobachtung in der Natur den Untersuchungen im Laboratorium voraus, und das Bestreben war stets darauf gerichtet, von den einzelnen Erscheinungen zu den Ursachen, den Gesetzen, den Beziehungen der verschiedenen Tatsachen zueinander aufzusteigen, ohne jedoch dabei in ein Übermaß der Verallgemeinerung oder in mit der Wirklichkeit wenig übereinstimmende Hypothesen zu verfallen. Und alles das in einem flüssigen, leichtverständlichen und wohlgeordneten, dem wissenschaftlichen Stoff angemessenen Stil, aus dem der Leser überall das Walten eines erhabenen Geistes erkennt.

Zum Beweis des großen Einflusses, den Strüver als Lehrer hatte, genügt es zu erwähnen, daß ihm die Ehre zukommt, in Italien eine Schule moderner Mineralogen geschaffen zu haben. Mit seiner Ankunft in Italien erlangten die mineralogischen Studien auch in diesem Land dieselbe besondere Richtung und dieselbe Fruchtbarkeit der Ergebnisse, die sie schon vorher in Deutschland und in anderen fortgeschritteneren Ländern erworben hatten, die Lehrstühle der Mineralogie vermehrten sich und wurden zum Teil mit seinen bedeutenderen Assistenten besetzt, und der mineralogische Unterricht machte sich an fast allen italienischen Universitäten selbständig, indem er sich von dem geologischen trennte, mit dem er bis dahin vereinigt gewesen war. Die italienischen Studierenden der Mineralogie fühlten alle mehr oder weniger unmittelbar den Einfluß seiner wahrhaft vollkommenen Methode, nach der sie ihre eigenen Forschungen einrichteten. Sie trugen dadurch zu dem bemerkenswerten Fortschritt der mineralogischen Studien in Italien bei, deren Früchte jetzt zur Reife gelangt sind und durch die dieses Land sich auf die gleiche Stufe wie die großen Schwesternationen erhoben hat.

Seine Vorlesungen waren stets Gegenstand wahrer Anregung, sowohl wegen ihrer wesentlich praktischen, leichtverständlichen Methode und der gleichmäßigen Verteilung des Programms auf alle wichtigen Teile der Mineralogie, als auch wegen der klaren, streng exakten und wohlgeordneten Form. Zu einer besonders wirksamen Gestaltung des Unterrichts trug auch seine ausgedehnte allgemeine Bildung bei, die es ihm ermöglichte, nützliche Vergleiche anzustellen und ergänzende Mitteilungen aus anderen Wissensgebieten heranzuziehen. Aus allen Gesprächen mit ihm ging seine Belesenheit auch auf literarischem, historischem und philosophischem Gebiet hervor. Die eingehendsten Kenntnisse besaß er in der Geologie, der Chemie und Physik, und als Liebhaber beschäftigte er sich mit Botanik und Zoologie, so daß er sich auch mit der Biologie mehr als gewöhnliche Vertrautheit erworben hatte. Mit den lebenden Sprachen war er wohlbekannt, und im klassischen Griechisch war er so zu Hause, daß ihm die Lektüre der Schriftsteller nicht die geringste Schwierigkeit machte. Handbücher hat

er nicht verfaßt, doch hat er die Mineralogie von POKORNY ins Italienische übersetzt.

Die ganze Zeit, die ihm der Unterricht und die wissenschaftlichen Arbeiten übrig ließen, widmete er sein ganzes Leben hindurch dem mineralogischen Museum der Universität Rom, und in den letzten Jahren, als die Beschwerden des zunehmenden Alters ihm andere Arbeiten allmählich immer mehr erschwerten, blieb die Sorge für das ihm ganz besonders ans Herz gewachsene Museum seine liebste Beschäftigung. Als er 1873 nach Rom kam, fand er eine ausgewählte ältere Sammlung, die des Monsignore LAVINIO DI MEDICI-SPADA vor, deren zweckmäßige und genaue Neuordnung er sich sofort angelegen sein ließ. Um diesen Kern herum gründete er das große Museum, das heute alle bewundern und das jetzt eines der wichtigsten in Europa ist. Das Museum erfreut sich des Besitzes von 23 000 Exemplaren, einige sind Seltenheiten, alle interessant und gut gewählt, vortrefflich geordnet und wohl konserviert. Ausgeschieden ist eine besondere Sammlung von Mineralien des Albaner Gebirgs (Latiums), in der viele Geschenke STRÜVER's liegen. Besonders reichlich vertreten sind die Vorkommen von Sardinien, Elba, Piemont und Australien. Eine reiche und sehr instruktive Kristallsammlung ist vorhanden und ebenso eine Kollektion von Meteoriten, die sich durch die Auswahl und die Zahl der Exemplare besonders auszeichnet. Und alles dies verdankt das Institut der intelligenten und unermüdlichen Tätigkeit seines berühmten Direktors, der in den 41 Jahren seiner Amtsführung nur zu häufig mit der Unzulänglichkeit der Mittel und der Lokalitäten zu kämpfen hatte, dem es aber schließlich doch gelang, über alle Schwierigkeiten Herr zu werden, wobei er nicht verfehlte, die in seinem Privatbesitz befindlichen und die ihm von auswärts zugesandten Stücke dem Bestande des Museums einzuverleiben. Das Museum ist so eine seiner größten Ruhmestaten und wird für immer der sprechendste Beweis seines hohen Geistes und seiner großen Liebe für die Mineralogie bilden.

Wenn wir ihn zuletzt als Mensch betrachten, so war ihm neben seinen hervorragenden Geisteseigenschaften eine große Seelengüte, ein feiner Takt, ein tiefes Gefühl für Gerechtigkeit, eine väterliche Liebe zu seinen Schülern und eine Bescheidenheit ohnegleichen eigen. Sein Leben bewegte sich stets in vollem Gleichgewicht, im Streben nach dem Wahren und Guten. Er war nicht nur ein Vorbild in der Gelehrsamkeit, sondern auch in der Mäßigung in allen Dingen und in der Rechtlichkeit in den Angelegenheiten des gewöhnlichen Lebens. In dieser Hinsicht war er ein wahrhaft ausgezeichneter Mensch. Fern von jedem Ehrgeiz vertrat er die Ansicht, daß der einzige Anreiz zur Gelehrsamkeit die Liebe und der Drang zur Wahrheit sein müsse. Uneigennützig bis zum Übermaß erfüllte er seine Amtspflichten lediglich aus Pflicht-

gefühl, ohne nach irgend einer äußeren Anerkennung, am wenigsten nach materiellen Gütern, zu streben. Als offener und aufrichtiger Charakter hielt er sich in peinlicher Achtung aller gesetzlichen Vorschriften fern von allen Intriguen, und wenn er je nicht das Richtige getroffen hat, so war es nie aus schlechter Absicht. Von wahrem Freisinn beseelt, bezeugte er stets die höchste Achtung vor der Ansicht anderer, blieb aber dabei eifrig darauf bedacht, seine eigene Unabhängigkeit zu wahren. Deutscher von Geburt, verlor er nie die Anhängigkeit an die alte Heimat, aber als Italiener nach seiner Lebensstellung war er von großer Liebe für Italien beseelt und wünschte stets dessen Gedeihen und Fortschreiten, wozu er selbst mit Wort und Tat so viel beitrug. Gegen niemand kannte er Haß und Mißgunst, und selbst seine Gegner suchte er zu entschuldigen und zu verteidigen. Obwohl er, niemals verheiratet, etwas einsam lebte, war er doch nicht im mindesten Misantrop, vielmehr im engeren Kreise ein guter Gesellschafter. Als wahrer Naturforscher liebte er sehr das Land, und die Exkursionen, die er häufig und noch in den letzten Jahren machte, bezeugten seine Eigenschaften als Alpinisten noch in seinem höheren Alter. An seine früheren Lehrer zeigte er große Anhänglichkeit. Für seine Familie war er stets von Zuneigung und Dankbarkeit erfüllt und liebte seine alte Mutter zärtlich. Nicht wenigen wendete er Wohltaten zu, manchmal bis zu eigener Entbehrung, weil er, wie er oft sagte, niemand leiden sehen konnte. Mit so hervorragenden sittlichen Eigenschaften begabt, war er im wahren Sinne des Worts ein vollkommener Ehrenmann, ein Mann von Herz und von Charakter. Sein Tod ist nicht nur ein großer Verlust für die Wissenschaft, sondern er hinterläßt auch eine empfindliche Lücke bei allen denen, die das Glück hatten, seine hervorragenden Eigenschaften des Geistes und Herzens als Mann und als Bürger zu kennen und zu schätzen, und nicht weniger bei denen, die sich seiner Wohltaten in ausgedehntem Maße erfreuen durften.

Zu den vorstehenden Mitteilungen habe ich nicht nur meine eigenen persönlichen Eindrücke verwertet, sondern es wurde auch benützt die Abhandlung von L. Fantappié: „Giovanni Strüver. Per il suo XXV anno d'insegnamento", Padua 1897, sowie die Rede von F. Zambonini: „La Mineralogia in Italia negli ultimi cinquant' anni", die in den Atti della Società italiana per il progresso delle scienze. 5. riunione. Rom 1912 abgedruckt ist[1].

Rom, 2. April 1915.

Aristide Rosati.

---

[1] Das Bild des Verstorbenen ist vom Jahr 1897, seinem 55. Lebensjahr.

Verzeichnis der Veröffentlichungen von G. Strüver in chronologischer Reihenfolge.

1. 1864. Beschreibung des *Heterodontus Philippii* Bl. (*Cestracion Philippii* Cuv.) mit Rücksicht auf seine fossilen Verwandten. 2 Taf. Acc. Leopold. Carol. cur. naturae. Dresden 1864.
2. — Dissertation: Die fossilen Fische aus dem oberen Keupersandstein von Coburg. 1 Taf. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Berlin 1864.
3. 1866. Minerali dei graniti di Baveno e Montorfano. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1866.
4. 1867. Cenni su alcuni minerali italiani (Nefelina del Monte Somma, Apatite di Val d'Ala, Granato di Cantoira, Assinite di Baveno, Pirrotina di Montorfano). 2 tavole. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1867.
5. 1868. Sulla Sellaite, nuovo minerale di fluoro. 1 tavola. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1868.
6. — Su una nuova legge di geminazione della Anortite. 1 tavola. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1868.
7. 1869. Studi sulla mineralogia italiana — Pirite del Piemonte e dell' Elba. 14 tavole. Memorie della R. Acc. delle Scienze di Torino. Ser. 2ª. **26.** 1869.
8. 1871. Note mineralogiche (Geminato polisintetico di Anortite del Monte Somma, Apatite della Corbassera, Apatite della miniera del Bottino presso Serravezza, Apatite e Arsenopirite del Granito di Baveno e Montorfano, Baritina dell' Alvernia, Baritina di Vialas, Magnetite di Traversella, Pirite di Meana, Pirite di Pesey, Siderite pseudomorfa di Calcare e Dolomite di Brosso). 1 tavola. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1871.
9. — Cenni sui graniti massicci delle Alpi Piemontesi e sui minerali delle Valli di Lanzo. Memorie del R. Comit. Geol. **1.** Firenze 1871.
10. — Studi cristallografici intorno alla Ematite di Traversella. 5 tavole. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1871.
11. — Die Minerallagerstätten des Alatales in Piemont. N. Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart 1871.
12. 1872. Storia illustrata del regno minerale, secondo l'opera del Dott. Aloisio Pokorny, con appendice geologica sui dintorni di Torino. Loescher, Torino 1872.
13. — Sodalite pseudomorfa di Nefelina del Monte Somma. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1872.
14. 1873. Nota geologica in „Una salita alla Torre d'Ovarda". Torino 1873.
15. 1874. Sulla Peridotite di Baldissero in Piemonte. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1874.
16. 1875. Sulla Gastaldite, nuovo minerale del gruppo dei bisilicati anidri. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 2ª. **2.** Roma 1875.
17. — Briefliche Mitteilung von Herrn Johannes Strüver an Herrn G. vom Rath über das Albaner Gebirge und über Somma-Bomben mit der schönsten Zonenstruktur. N. Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart 1875.

18. 1876. Studi sui minerali del Lazio. Parte prima. 2 tavole. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 2ª. 3. Roma 1876.
19. — Sulla Sellaite. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino. 1876.
20. — Sulla forma cristallina di alcuni derivati della Santonina. Serie prima. 1 tavola. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 2ª. 3. Roma 1876.
21. — Studi petrografici sul Lazio. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 3ª. 1. Roma 1876.
22. — Briefliche Mitteilung von Herrn Johannes Strüver an Herrn G. Leonhard über die erste Abteilung seiner Studien über die Mineralien des Albaner Gebirges. N. Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart 1876.
23. 1877. Studi sui minerali del Lazio. Parte seconda. 2 tavole. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 3ª. 1. Roma 1877.
24. — Die Mineralien Latiums. I. Teil. 2 Taf. Zeitschr. f. Kristallogr. 1. Leipzig 1877.
25. 1878. Sopra alcuni notevoli geminati polisintetici di Spinello orientale. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 3ª. 2. Roma 1878.
26. — Sulla forma cristallina di alcuni derivati della santonina. Serie seconda. 1 tavola. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 3ª. 2. Roma 1878.
27. — Sulla forma cristallina dell' acido usnico. Gazz. chim. ital. 1878.
28. — Über polysynthetische orientalische Spinellzwillinge. 1 Taf. Zeitschr. f. Kristallogr. 2. Leipzig 1878.
29. — Über die Kristallform einiger Santoninderivate. 27 Fig. Zeitschr. f. Kristallogr. 2. Leipzig 1878.
30. 1880. Sulla Perowskite di Val Malenco. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 3ª. 4. Roma 1880.
31. 1884. Sulla Columbite di Craveggia in Val Vigezzo. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4ª. 1. Roma 1884.
32. 1885. Contribuzioni alla mineralogia dei Vulcani Sabatini. Parte prima. Sui proietti minerali vulcanici trovati ad Est del lago di Bracciano. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4ª. 1. Roma 1885.
33. — Über Columbit von Craveggia in Val Vigezzo (Ossola, Piemont). 1 Fig. Zeitschr. f. Kristallogr. 10. Leipzig 1885.
34. 1886. Forsterite di Baccano. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4ª. 2. Roma 1886.
35. — Magnetite pseudomorfa di Ematite micacea dell' Ogliastra in Sardegna. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4ª. 2. Roma 1886.
36. 1887. Ulteriori osservazioni sui giacimenti di Val d'Ala in Piemonte. I. L'idocrasio del banco di Granato nel Serpentino della Testa Ciarva al piano della Mussa. 1 tavola. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4ª. 4. Roma 1887.
37. — Sopra un cristallo di Berillo dell' Elba con inclusione interessante. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4ª. 3. Roma 1887.
38. — Über Gastaldit und Glaukophan. N. Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart 1887. I.

39. 1888. Ulteriori osservazioni sui giacimenti minerali di Val d'Ala in Piemonte. II. L'idocrasio del banco d'idocrasio nel Serpentino della Testa Ciarva al piano della Mussa. 1 tavola. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4a. **5.** Roma 1888.
40. — Sulle leggi di geminazione e le superficie di scorrimento nella Ematite dell' Elba. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4a. **4.** Roma 1888.
41. — Weitere Beobachtungen über die Minerallagerstätten des Alatals in Piemont. I. Teil. 1 Taf. N. Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart 1888. II.
42. 1889. Sulla forma cristallina dell' ossido cromico. 2 tavole. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4a. **5.** Roma 1889.
43. — Ematite di Stromboli. 1 tavola. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4a. **6.** Roma 1889.
44. — Dell' Aftalosio di Racalmuto in Sicilia. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4a. **5.** Roma 1889.
45. — Contribuzioni alla Mineralogia della Valle Vigezzo. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4a. **5.** Roma 1889.
46. 1890. Contribuzioni allo studio dei graniti della Bassa Valsesia. 1 tavola. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4a. **6.** Roma 1890.
47. — Sulla Broockite di Beura nell' Ossola. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 4a. **6.** Roma 1890.
48. 1891. Weitere Beobachtungen über die Minerallagerstätten des Alatals in Piemont. II. Teil. 1 Tafel. N. Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart 1891. I.
49. 1892. Sui minerali del granito di Alzo. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 5a. **1.** Roma 1892.
50. 1893. Sopra alcune miche del Lazio. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 5a. **2.** Roma 1893.
51. 1899. I giacimenti minerali di Saulera e della Rocca Nera alla Mussa in Val d'Ala. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 5a. 8. Roma 1899.
52. 1900. Die Minerallagerstätten der Alpe Saulera und der Rocca Nera an der Mussa-Ebene im Alatal. Dies. Centralbl. Stuttgart 1900.
53. 1901. Azione chimica tra la hauerite e alcuni metalli a temperatura ordinaria e a secco. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 5a. **10.** Roma 1901.
54. — Azione chimica dei solfuri di ferro e del solfo nativo sul rame e sull' argento a temperatura ordinaria e a secco. Atti della R. Acc. dei Lincei. Serie 5a. **10.** Roma 1901.
55. — Eine chemische Reaktion zwischen Hauerit und einigen Metallen bei gewöhnlicher Temperatur. Dies. Centralbl. Stuttgart 1901.
56. — Chemische Reaktion der natürlichen Eisensulfide und des gediegenen Schwefels auf Kupfer und Silber bei gewöhnlicher Temperatur. Dies. Centralbl. Stuttgart 1901.

Die Symmetrie des Diamanten.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

I. Voraussetzung.

W. H. Bragg[1] und W. L. Bragg[1] untersuchten den Diamanten nach ihrer Reflexionsmethode und nach Laue's photographischem Verfahren. Bei der ersten Untersuchungsart lieferte die Rhodium-Antikathode wesentlich Röntgenstrahlen von $\lambda = 0{,}607 \times 10^{-8}$ cm. Aus den Werten der größten Reflexionswinkel der (111)-Ebenen und der (110)-Ebenen ergab sich als Translationsgruppe das flächenzentrierte Würfelgitter. Da der größte Reflexionswinkel („Spektrum 1. Ordnung") der (111)-Ebenen gleich $81^0 48'$ ermittelt wurde, so folgte als Kantenlänge a des flächenzentrierten Würfels $3{,}55 \times 10^{-8}$ cm. Um die Dichte 3,51 des Diamanten zu erhalten, muß man aber zwei solche Gitter ineinanderstellen, wenn das Atomgewicht des Kohlenstoffs gleich $12 \times 1{,}64 \times 10^{-24}$ g und das Atom als Strukturpartikel angenommen wird.

Bragg's betrachten das eine Gitter um $T = \frac{a\sqrt{3}}{4}$, d. h. um ein Viertel der Würfeldiagonale gegen das andere verschoben und finden diese Vorstellung bestätigt. Da nämlich das Spektrum 2. Ordnung der (111)-Ebenen völlig fehlt, so muß der Abstand von zwei solchen Ebenen durch eine dritte im Verhältnis 1 : 3 geteilt werden; denn interferieren die an den beiden ersteren gebeugten Strahlen um 2λ, so liefert die zwischenliegende mit ihnen Gangunterschiede von $\frac{\lambda}{2}$ bezw. $\frac{3\lambda}{2}$, so daß Vernichtung des Spektrums 2. Ordnung eintritt. Ferner fehlt das Spektrum 1. Ordnung der (100)-Ebenen; in der Tat wird für $T = \frac{a\sqrt{3}}{4}$ der Gangunterschied $2d\cos\vartheta_1 = \frac{\lambda}{2}$, wo d der Abstand benachbarter (100)-Ebenen und ϑ_1 der theoretische Reflexionswinkel des Spektrums 1. Ordnung der (100)-Ebenen des flächenzentrierten Gitters ist. Außer $T = \frac{a\sqrt{3}}{4}$ ist für zwei flächenzentrierte Würfelgitter nur noch möglich $T = \frac{a\sqrt{3}}{2}$, was Bragg's nicht erörtert haben. Es ist aber leicht zu erkennen, daß dann weder das Spektrum 1. Ordnung der (100)-Ebenen noch dasjenige 2. Ordnung der (111)-Ebenen vernichtet wird.

W. H. Bragg und W. L. Bragg machten überdies nach der Laue'schen Methode mit heterogen strahlender Pt-Antikathode ein

[1] W. H. Bragg und W. L. Bragg, Proceed. Roy. Soc. **89**. p. 277. London 1914.

Photogramm einer Spaltungsplatte (111). Die 19 beobachteten Arten von Schwärzungsflecken, entsprechend ebensovielen Flächenarten, erhalten die einfachsten Indizes (Miller'sche) dann, wenn man (111) als Einheitsfläche und die Kanten [011], [101] und [110] als Koordinatenachsen wählt; diese Kanten stellen im flächenzentrierten Gitter die dichtest punktierten Netzlinien dar. Transformieren wir die von Bragg's auf diese Achsen bezogenen Indizes auf die drei vierzähligen Achsen, welche im einfachen Würfelgitter die dichtest punktierten Netzlinien sind, so erfahren die Indizes der stärksten Schwärzungsflecke, nach abnehmender Schwärzung geordnet, folgende Änderung: $(120) \rightarrow (\bar{1}13)$, $(130) \rightarrow (\bar{1}12)$, $(100) \rightarrow (1\bar{1}1)$, $(010) \rightarrow (111)$, $(001) \rightarrow (11\bar{1})$. Transformieren wir von drei zweizähligen auf drei dreizählige Achsen, entsprechend dem Übergang vom flächenzentrierten in das raumzentrierte Würfelgitter, so erfahren obige Indizes folgende Änderung: $(120) \rightarrow (153)$, $(130) \rightarrow (02\bar{1})$, $(100) \rightarrow (311)$, $(010) \rightarrow (131)$, $(001) \rightarrow (113)$. Die Indizes werden also in der Tat in beiden Fällen komplizierter.

Auch rühren, wie schon Bragg's bemerkten, die meisten und stärksten Flecke von der Reflexion an solchen Flächen her, die einer der Achsen [011], [101] und [110] parallel laufen. Der Umstand, daß die auf diese Achsen bezogenen Indizes beim Diamanten stets entweder eine ungerade oder eine durch vier teilbare Summe ergeben, spricht, wie Bragg's zeigten, speziell für zwei um $T = \frac{a\sqrt{3}}{4}$ gegeneinander verschobene flächenzentrierte Gitter.

Schließlich untersuchte E. Keller[1] Diamantröntgenogramme von Laue und von W. Friedrich[2], sowie das obige von W. H. Bragg und W. L. Bragg, im ganzen Beugungen von etwa 100 verschiedenen Gitterebenen. Er fand folgende zwei von ihm aus der Bragg'schen Diamantstruktur gezogene Schlüsse glänzend bestätigt. Erstens dürfen keine Schwärzungspunkte vorhanden sein, deren „Laue'sche Indizes" die Summe $s = 4n + 2$ geben, wo n irgendeine ganze Zahl ist. Zweitens müssen die Flecke mit der Indizessumme $s = 4n$ doppelte Intensität der Schwärzung zeigen. So ist z. B. auf Keller's Fig. 1 (p. 159) der Fleck (466) der stärkste von allen, der Fleck (335) einer der schwächsten.

II. Fragestellung.

Die Bragg'sche Folgerung, Diamant bestehe aus zwei flächenzentrierten Würfelgittern, die um ein Viertel der Raumdiagonale des flächenzentrierten Würfels gegeneinander verschoben seien, wird nach obigem vielfach und durchweg gestützt. Daher dürfen

[1] E. Keller, Ann. d. Phys. **46**. p. 157. 1915.

[2] W. Friedrich, ibid. **44**. p. 1169. 1914; Fig. 3 auf p. 1178 und Tab. 2 auf p. 1179.

wir aus jener Folgerung wiederum Schlüsse ziehen, um mit diesen irgendeine Frage zu beantworten oder irgendeine Streitfrage zu entscheiden.

Da der Diamant von den einen zur Holoedrie, von den andern zur tetraedrischen Hemiedrie gestellt wird, fragen wir jetzt: Welche Schlüsse kann man aus der Bragg'schen Struktur des Diamanten auf dessen Symmetrie ziehen?

Zu diesem Zwecke betrachten wir den Diamant wie üblich als regulär, machen die einzige und bei einem chemischen Element wohl unbedenkliche Annahme, daß alle Partikeln der Bragg'schen Anordnung einander direkt kongruent oder spiegelbildlich kongruent sind, und bedenken schließlich, daß das Laue'sche Verfahren über die Symmetrie der Partikel nichts auszusagen vermag. Nunmehr nimmt obige Frage die präzisere Form an: *Welche regulären Symmetrieklassen entstehen, wenn die Partikel der Bragg'schen Anordnung alle möglichen Symmetrien durchläuft?*

Demgemäß suchen wir jetzt für jede der fünf regulären Symmetrieklassen eine Partikelsymmetrie zu ermitteln, welche im Verein mit der Bragg'schen Anordnung die Symmetrie der betreffenden Klasse ergibt.

III. Untersuchung.

Setzt man in irgendeine der 230 Schoenflies'schen Raumgruppen eine symmetrielose Partikel derart ein, daß sie von keinem einzigen Symmetrieelement getroffen wird, und führt dann mit dieser Partikel alle Deckschiebungen (Translationen) und alle Symmetrieoperationen jener Raumgruppe aus, so entsteht ein Kristall derjenigen Symmetrieklasse, der die betreffende Raumgruppe angehört. Dann befinden sich *in jedem Elementarparallelepiped so viele symmetrielose Partikeln, als die allgemeinste Kristallform der Symmetrieklasse Flächen besitzt.* Diesen ebenso wichtigen wie einleuchtenden Satz hat Schoenflies[1] soeben ausgesprochen.

Da jedes Raumgitter ebensoviele Elementarparallelepipede als Gitterpunkte besitzt, so umfaßt ein flächenzentrierter Würfel seinen 4 Gitterpunkten entsprechend 4 Elementarparallelepipede, also 4 n symmetrielose Partikeln, wenn n die Flächenzahl der allgemeinsten Form einer regulären Symmetrieklasse ist. Tetartoedrie, $n = 12$; pentagonale Hemiedrie, $n = 24$; tetraedrische Hemiedrie, $n = 24$; plagiedrische Hemiedrie, $n = 24$; Holoedrie, $n = 48$. Nach Bragg's aber enthält der Raum eines der flächenzentrierten Würfel des

[1] A. Schoenflies, Zeitschr. f. Krist. 54. p. 545. 1915. Der Güte der Herren Schoenflies und Groth verdanke ich die Korrekturbogen dieses demnächst erscheinenden Artikels.

Diamanten statt obiger 4 n nur $4 \times 2 = 8$ Kohlenstoffpartikeln, weil letztere lediglich die Gitterpunkte zweier (statt n) ineinander gestellter flächenzentrierter Gitter innehaben. Die BRAGG'sche Diamantpartikel umfaßt also $\frac{4\,n}{8} = N$ symmetrielose Partikeln. Tetartoedrie, $N = \frac{48}{8} = 6$; pentagonale Hemiedrie, $N = \frac{96}{8} = 12$; tetraedrische Hemiedrie, $N = \frac{96}{8} = 12$; plagiedrische Hemiedrie, $N = \frac{96}{8} = 12$; Holoedrie, $N = \frac{192}{8} = 24$.

Man hat daher die BRAGG'sche Partikel, um die Diamantstruktur einer Raumgruppe zuzuordnen, in gewisse von Symmetrieelementen getroffene Punkte dieser Raumgruppe einzusetzen, welche durch jene Symmetrieelemente auf N-fache und nur auf N-fache Weise in sich selbst übergeführt werden. Solche Punkte wollen wir allgemein als N-wertig, speziell als 12-wertig, 24-wertig etc. bezeichnen.

Ist z. B. $N = 6$, so muß der Punkt entweder von einer dreizähligen Drehungsachse und drei zweizähligen Drehungsachsen oder von einer dreizähligen Drehungsachse und drei Spiegelungsebenen oder von einer dreizähligen Drehungsachse und einem Inversionszentrum getroffen werden.

Wir untersuchen jetzt jede reguläre Raumgruppe, deren Translationsgruppe Γ das flächenzentrierte Würfelgitter $\Gamma_{c'}$ ist, daraufhin, ob sie N-wertige Punkte in BRAGG'scher Anordnung enthält.

1. Tetartoedrie. $N = 6$. Die Translationsgruppe $\Gamma_{c'}$ ist nur in einer Raumgruppe[1] enthalten, nämlich in $\mathfrak{T}^2$; diese enthält aber keine 6-wertigen Punkte.

2. Pentagonale Hemiedrie. $N = 12$. Die Translationsgruppe $\Gamma_{c'}$ ist nur in den beiden Raumgruppen $\mathfrak{T}_h^3$ und $\mathfrak{T}_h^4$ enthalten. In jeder derselben umfaßt der Raum eines flächenzentrierten Würfels acht 12-wertige Punkte. Die Anordnung ist aber nur in der Gruppe $\mathfrak{T}_h^4$ mit der BRAGG'schen ident. Die in einen 12-wertigen Punkt gesetzte Partikel erhält durch die sie treffenden Symmetrieelemente die Form eines rechten oder eines linken Tetartoeders; die rechten Tetartoeder bilden ein einfaches flächenzentriertes Gitter, die linken ein gleiches, welches um $\frac{1}{4}$ der Würfeldiagonale gegen das erstere verschoben ist. Dagegen beträgt in der Gruppe $\mathfrak{T}_h^3$ diese Verschiebung $\frac{1}{2}$ der Würfeldiagonale.

3. Tetraedrische Hemiedrie. $N = 12$. Die Translationsgruppe $\Gamma_{c'}$ ist nur in den beiden Raumgruppen $\mathfrak{T}_d^2$ und $\mathfrak{T}_d^5$

[1] Die folgenden Raumgruppensymbole $\mathfrak{T}^2$ etc. sind diejenigen von A. SCHOENFLIES, Kristallsysteme und Kristallstruktur. p. 534 ff. 1891.

enthalten. Erstere besitzt überhaupt keine 12-wertigen Punkte; letztere besitzt zwar solche, doch ist deren Anordnung nicht die Bragg'sche, da die beiden Gitter um $\frac{1}{2}$ statt um $\frac{1}{4}$ der Diagonale des flächenzentrierten Würfels gegeneinander verschoben sind.

4. Plagiedrische Hemiedrie. $N = 12$. Die Translationsgruppe $\Gamma_{c'}$ ist nur in den beiden Raumgruppen $\mathfrak{D}^3$ und $\mathfrak{D}^4$ enthalten. $\mathfrak{D}^3$ besitzt zwar 12-wertige Punkte, doch ist die Verschiebung der beiden Gitter gleich $\frac{1}{2}$ der Diagonale. Dagegen enthält $\mathfrak{D}^4$ 12-wertige Punkte von der Bragg'schen Anordnung. Die Partikeln erhalten sämtlich die Form eines und desselben Tetartoeders. Die Tetartoeder des einen Gitters sind gegen diejenigen des andern um 180^0 um eine Richtung [110] gedreht.

5. Holoedrie. $N = 24$. Die Translationsgruppe $\Gamma_{c'}$ ist nur in den Raumgruppen $\mathfrak{D}_h^5$, $\mathfrak{D}_h^6$, $\mathfrak{D}_h^7$ und $\mathfrak{D}_h^8$ enthalten. $\mathfrak{D}_h^5$ und $\mathfrak{D}_h^8$ besitzen keine 24-wertigen Punkte; $\mathfrak{D}_h^6$ enthält zwar solche, doch ist die relative Verschiebung der beiden Gitter gleich $\frac{1}{2}$ der Diagonale. Nur $\mathfrak{D}_h^7$ besitzt 24-wertige Punkte von der Bragg-schen Anordnung. Die Partikel erhält die Form eines Hexakistetraeders; die Hexakistetraeder des einen Gitters sind in Inversionsstellung zu denen des andern [1].

IV. Ergebnisse.

1. Ermittelt man alle Raumgruppen, denen eine experimentell gefundene Kristallstruktur zugeordnet werden kann, so erscheint letztere im allgemeinen nicht mit allen Symmetrieklassen ihres Kristallsystems in Übereinstimmung. Daher kann die Schoenflies'sche Strukturtheorie im Verein mit experimentellen Methoden über die Symmetrieklasse einer Kristallart entscheiden.

2. Die Bragg'sche Diamantstruktur läßt sich nur der holoedrischen Raumgruppe $\mathfrak{D}_h^7$, der plagiedrischen $\mathfrak{D}^4$ und der pentagonalen $\mathfrak{T}_h^4$ zuordnen. Diamant kann also weder tetraedrisch noch tetartoedrisch sein.

3. Die in manchen, übrigens recht seltenen Fällen beobachtete Tetraedrie von Habitus oder Oberflächenzeichnung beruht auf Zufällen, d. h. auf Ursachen, die außerhalb des Diamanten liegen.

4. Wollte man die spärlichen Diamantkristalle mit gekerbten Kanten als Ergänzungszwillinge deuten, so hätte man entweder das „Gesetz des Eisernen Kreuzes" (Pentagonale Hemiedrie) anzunehmen oder parallelachsige Verwachsung eines Rechtsers und eines Linksers (Plagiedrische Hemiedrie).

5. Als Symmetrieklasse des Diamanten ergibt sich mit größter Wahrscheinlichkeit die Holoedrie.

---

[1] Diese Raumgruppe hat bereits Schoenflies, holoedrische Symmetrie des Diamanten voraussetzend, der Bragg'schen Struktur zugesprochen (Zeitschr. f. Krist. **54**. p. 566. 1915).

6. Da die fraglos tetraedrische (oder tetartoedrische) Zinkblende die gleiche Partikelanordnung hat wie Diamant, diese Anordnung aber nach obigem bei Gleichheit aller Partikeln tetraedrische (oder tetartoedrische) Symmetrie nicht besitzen kann, so folgt, daß die Partikeln nicht gleichartige Zn S-Molekeln, sondern wohl — wie Bragg's[1] auch bereits aus andern Gründen[2] annahmen — zur Hälfte Zn-Atome, zur Hälfte S-Atome darstellen, welche je ein flächenzentriertes Gitter aufbauen.

Beiträge zur Kenntnis der oberjurassischen Schildkrötengattung Hydropelta.

Von **Walter Oertel**, München.

Mit einer Abbildung.

Als Ergänzung zu meiner Monographie über die Schildkröten des oberen nordwestdeutschen Jura nahm ich auch eine Sichtung des aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen, Eichstätt und Kelheim stammenden Testudinatenmaterials, das sich auf die Gattungen *Eurysternum*, *Idiochelys* und *Hydropelta* verteilt, vor. Schon damals fiel mir auf, daß auf einen großen Teil der Stücke, die der noch recht ungenügend bekannten Gattung *Hydropelta* angehören sollten, die Beschreibung, wie sie H. von Meyer, Lortet und Rütimeyer von diesem Genus gegeben haben, nicht paßt; es fiel mir ferner bei der Einsicht der in Betracht kommenden Literatur auf, daß überhaupt unter dem Begriff „*Hydropelta*" recht verschiedenartige Typen zusammengefaßt wurden. So paßt auf das von H. von Meyer begründete Genus *Hydropelta* durchaus nicht immer der später von Lortet, Rütimeyer, Maack und von Zittel in erweitertem Sinne gebrauchte Gattungsbegriff. Um diese, wie es scheint, bisher noch nicht aufgedeckten Unstimmigkeiten klarzustellen, nahm ich eine Neubearbeitung des in der Münchener paläontologischen Staatssammlung aufbewahrten Materials vor, welches seinerzeit die Originale zu den von H. von Meyer, Maack und von Zittel vorgenommenen Untersuchungen lieferte. Für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit der die Herren Professor Rothpletz und Broili meine Untersuchungen unterstützten, möchte ich ihnen auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Das in der Münchener Sammlung aufbewahrte, *Hydropelta* zugeschriebene Material setzt sich aus zwei Rückenpanzern, einem

[1] W. H. Bragg und W. L. Bragg, Proceed. Roy. Soc. 89. p. 286. London 1914.

[2] Schwaches, aber doch gegenüber Diamant deutliches Spektrum 1. Ordnung der (100)-Ebenen wie Spektrum 2. Ordnung der (111)-Ebenen.

Bauchschild und dem Gipsabguß eines im Pariser naturhistorischen Museum befindlichen, aus dem Ciriner lithographischen Schiefer stammenden, recht vollständigen Schildkrötenexemplares zusammen. Dieser Abguß, der von dem damaligen Direktor des Pariser Museums, CORDIER, der bayrischen Staatssammlung überlassen wurde, wurde seinerzeit von dem Konservator an der Staatssammlung, ANDREAS WAGNER, in den „Gelehrten Anzeigen der K. Bayrischen Akademie“ beschrieben. Außer den erwähnten Stücken zog ich auch noch die LORTET'schen Originale, soweit sie in seiner Abhandlung: „Les reptiles fossiles du bassin du Rhône“ (Berichte d. naturhist. Museums zu Lyon 1892) abgebildet sind, in den Rahmen der Untersuchung. Einen Teil des Lyoner Materials, welches schon von RÜTIMEYER beschrieben wird, konnte ich allerdings nicht mitbehandeln, weil keine Abbildung und genauere Beschreibung davon existiert und eine Untersuchung an Ort und Stelle oder eine Besichtigung der im Solothurner naturhistorischen Museum aufbewahrten Gipsabgüsse des Ciriner Materials zurzeit ausgeschlossen war.

Somit werden also an dieser Stelle folgende als *Hydropelta Meyeri* oder *Hydropelta* sp. bestimmte Stücke behandelt:

1. Ein Bauch- und Rückenschildfragment, das stark beschädigte rechte Hyo- und Hyposternum, das Entosternum, sowie den rechten Discusrand nebst den sechs ersten Costalplatten umfassend (abgebildet bei H. VON MEYER, „Die Fossilien aus dem lithographischen Schiefer.“ Frankfurt 1860. Taf. XVI Fig. 9. p. 139, und LORTET, „Les reptiles fossiles du bassin du Rhône.“ Archives du Mus. d'histoire naturelle de Lyon. Taf. II Fig. 3. p. 18—23).
2. Die rechte Hälfte eines Bauchschildes, bestehend aus dem rechten Hyo- und Hyposternum und dem Entosternum. Daneben sind auch Teile der sehr beschädigten Costalplatten, die vorderen Extremitäten, sowie der rechte Hinterfuß vorhanden (abgebildet bei ZITTEL, Handbuch der Paläontologie. **3.** p. 530).
3. Der Gipsabguß der Pariser Schildkröte, welcher die hintere Bauchschildhälfte, einen vollständigen Rückenschild und die wohlerhaltenen Extremitäten umfaßt (erwähnt in WAGNER, „Vergleichung der urweltlichen Fauna etc.“ Gelehrte Anzeigen der K. Bayr. Akad. d. Wissensch. No. 49. 2. Mai 1860. p. 394).
4. Ein stark beschädigter Rückenschild, von der Innenseite gesehen, nebst den Überresten der Sternalflügel des Plastrons und den Beckenteilen (abgebildet bei MAACK, „Die bis jetzt bekannten Schildkröten und die im oberen Jura bei Kelheim und Hannover neu aufgefundenen Arten derselben.“ Palaeontographica. 1868—69. Taf. XL. p. 314).

5. Ein bisher noch nicht beschriebener, als *Hydropelta* sp. bestimmter Rückenschild, der aus dem lithographischen Schiefer von Kelheim stammt und der ehemaligen Leik'schen Sammlung angehörte.

Das Genus *Hydropelta* wurde von H. von Meyer begründet, der im N. Jahrb. f. Min. etc. 1852. p. 833 ein ihm von Thiollière zur Bestimmung gesandtes, aus den lithographischen Schiefern von Cirin stammendes Plastron unter diesem Genusnamen beschrieb. Thiollière war schon vorher die Ähnlichkeit des von großen Fontanellen durchsetzten Bauchschildes mit dem lebender Cheloniiden aufgefallen, und er hatte deshalb dieses Stück *Chelone Meyeri* getauft. Wie wenig H. von Meyer, der aus den Schildkrötenresten des bayrischen lithographischen Schiefers nicht weniger als 8 Gattungen und 9 Arten beschrieb, während deren in Wirklichkeit weit weniger vorliegen, die Anatomie des Schildkrötenstammes beherrschte, zeigt sich darin, daß er das Stück vollkommen verkehrt orientierte. Obwohl an dem Plastron das Entosternum mit dem Hyoplastron noch in Verbindung stand, hielt er doch diesen Bauchschildteil für das Hypoplastron und damit notwendigerweise die rechte Bauchschildseite für die linke (siehe oben erwähntes Werk, Taf. XVI Fig. 9).

Lortet berichtigte in seiner Abhandlung den Irrtum H. von Meyer's. Aber er hielt es doch für berechtigt, daß die neue Gattung *Hydropelta* bestehen blieb. Er brachte das Plastron, wie wir sehen werden, ohne jeden zwingenden Grund mit dem in seiner oben erwähnten Abhandlung auf Taf. II Fig. 5 abgebildeten Rückenpanzer in Verbindung, obwohl beide Stücke isoliert gefunden wurden. Wie gewagt es ist, von einer ungenügend bekannten Art auf Grund lediglich kombinierter Bauch- und Rückenschildfragmente eine vollständige Beschreibung liefern zu wollen, habe ich bei der Bearbeitung des hannoverschen Materials erfahren müssen: dabei hat sich gezeigt, daß auch Portis nachweislich die Plastren typischer Plesiochelyden seiner *Tropidemys Seebachi* zuwies. Auch die Bestimmungen Rütimeyer's, der mehrere isolierte Bauchschildteile teils zu *Tropidemys*, teils zu *Thalassemys* stellte, dürften nicht immer ganz einwandfrei sein.

In unserem Falle ist das Resultat aber ein wesentlich günstigeres. Wie nämlich die Betrachtung der Marginalia, Costalia und des Nuchale der rechten Rückenschildhälfte zeigt, liegt hier zweifellos ein *Eurysternum* vor, und zwar die von H. von Meyer begründete und in Münster's Beiträgen zur Petrefaktenkunde 1843 beschriebene Art *Eurysternum Wagleri*. Eine eingehende Beschreibung dieser Art auf Grund eines wohlerhaltenen Exemplars lieferte aber erst von Zittel (Bemerkungen über die Schildkröten des lithographischen Schiefers. Palaeontographica. **14**. 1876). Das Exemplar Zittel's war etwas kleiner; es handelte sich, wie Zittel

selbst bemerkt, hier um ein junges Tier. Dagegen muß die von Lortet beschriebene Form als ausgewachsen bezeichnet werden.

Vergleichen wir nun die beiden Stücke, so werden wir finden, daß die Gestalt und Ausbildung der Rippenplatten bei beiden Exemplaren völlig übereinstimmt, die Nuchalplatte ist hier wie dort ähnlich wie bei *Idiochelys* und bei Thalassemyden überhaupt sehr breit, wenig hoch und vorne tief ausgebuchtet. Auch der Rückenschildrand zeigt bei beiden Abbildungen dieselbe Ausbildung: zwischen den Marginal- und den Costalplatten klaffen Lücken, die 3.—7. Randplatte sind nicht breit und abgeflacht wie die des hinteren Discusrandes, sondern stabartig, von rundem Querschnitt und wenig breit. Von dem 8. Marginale an nach dem Pygale zu verbreitern sich aber die Randplatten, wie aus beiden Abbildungen deutlich zu ersehen ist. Rein zufällig klafft auch bei beiden Exemplaren zwischen dem Nuchale und dem 1. Costale und 1. Neurale eine Lücke, welche Zittel für primär hielt und auf eine ähnliche, bei den Trionychiden tatsächlich vorkommende Erscheinung hinwies, während Wegner[1] mit Recht sie für sekundär, und zwar durch Gesteinsdruck erzeugt, ansieht. Meiner Ansicht nach bezeichnen die beiden erwähnten Abbildungen dieselbe Art, mindestens dieselbe Gattung.

An zweiter Stelle soll hier das bei Zittel (Handbuch der Paläontologie. 3. p. 530) abgebildete Plastron besprochen werden. Die rechte Seite dieses Bauchschildes ist trefflich erhalten, von der linken sind nur mehr Bruchstücke des Hyo- und Hyposternums zu sehen. Es handelt sich hier um ein kleines, aber, wie aus der Beschaffenheit der Knochenteile hervorzugehen scheint, doch schon nahezu erwachsenes Exemplar. Die Länge des Bauchschildes beträgt nur 14,5 cm, der Carapax mag über 16 cm breit und 18 cm lang gewesen sein. Die Hyo- und Hyposternalia sind mit dem Carapax nur lose durch zackige Fortsätze verbunden. Das Plastron zeigt sehr deutlich seitliche Lücken und eine größere zentrale Fontanelle. Auch zwischen den Xiphisternalia waren Lücken vorhanden. Das Entosternum hat wie bei der an erster Stelle erwähnten Abbildung die Gestalt einer Lanzenspitze. Im vorliegenden Falle sind auch die Epiplastra vorhanden, kleine halbmondförmige, mit dem Entoplastron fest verbundene Blättchen. Dagegen ist das Entoplastron im Gegensatz zu den rezenten Meerschildkröten (Cheloniiden) mit dem Hyosternum nicht fest verbunden (siehe auch Wegner, *Desmemys Bertelsmanni* nov. gen. nov. spec. Palaeontographica. 58. 1911). Vom Rückenschild sind nur die Costalplatten der rechten Seite einigermaßen deutlich zu sehen. Es hat den Anschein, als ob zwischen den Rippenplatten und dem Rand

[1] Wegner, *Desmemys Bertelsmanni* nov. sp. nov. gen. Palaeontographica. 58. p. 121.

22*

keine größeren Fontanellen bestanden, wahrscheinlich gelenkten die Costalia der vorderen und hinteren Rückenschildgegend lückenlos mit den entsprechenden Randplatten. Von den Vorderextremitäten sind nur die Schulterknochen und die Oberarmknochen (Radius und Ulna) erhalten. Nur am rechten Hinterfuß läßt sich deutlich die Gestalt und Größe der Tarsalia und Metatarsalia erkennen, auf die der Carpalia kann geschlossen werden. Die genannten Extremitätenknochen zeigen nun keinen wesentlichen Unterschied von den entsprechenden Handknochen von *Eurysternum Wagleri* (siehe Zittel, l. c. Taf. XXVIII). Vor allem fällt mir an der Zittelschen Abbildung das breite 5. Metatarsale auf (mt V auf Taf. XXVIII Fig. 1). Die übrigen noch erhaltenen Metatarsalia und Phalangen stimmen völlig mit den gleichartigen Knöchelchen des hier behandelten Zittel'schen Originals überein, so daß auch die Beschaffenheit der Extremitäten unbedingt für *Eurysternum* sprechen würde. Es wäre jedenfalls widersinnig, eine Form, deren Bauchschild, wie das ja auch bei den Angehörigen der Gattung *Eurysternum* der Fall ist, schon fast völlig dem marinen Leben angepaßt erscheint, von diesem Genus willkürlich zu trennen und zu den Plesiochelyden zu stellen. Ob hier ja nun gerade *Eurysternum Wagleri* vorliegt, läßt sich bei dem dürftigen Erhaltungszustand des Rückenschilds natürlich nicht sagen, jedenfalls aber gehörte die angeführte Schildkröte dem Genus *Eurysternum* an.

An dritter Stelle sei der Gipsabguß der Pariser Schildkröte besprochen. Konservator Wagner verkannte völlig die wahre Natur dieses ausgezeichnet erhaltenen und sehr charakteristischen Stücks. Hier liegt keine *Hydropelta*, sondern eine *Idiochelys* vor (siehe auch Lortet, l. c. p. 16 und 17). Da das Tier auf dem Rücken liegt, ist der Rückenschild von der Innenseite zu sehen, vom Bauchschild sind die beiderseitigen Hypo- und Xiphiplastra erhalten. Das Plastron besitzt keine zentrale Lücke, sondern nur seitliche Fontanellen. An dem fast kreisrunden Rückenschild zeigt sich die Nuchalplatte vorne ausgebuchtet. Der Rand des Rückenschildes ist durch breite hintere und schmale vordere und mittlere Marginalplatten gekennzeichnet. Die Behauptung Wagner's, daß zwischen den Marginal- und Costalplatten keine Lücken bestünden, beruht auf einem vollkommenen Irrtum. Wie bei den bei Rütimeyer (Die fossilen Schildkröten von Solothurn, Taf. XV) abgebildeten Ciriner Idiochelyden, klaffen zwischen den Rand- und Rippenplatten sogar noch in der Abdominal- und Caudalgegend ansehnliche Fontanellen. Von den Hautschildern sind die Vertebralscuta des Rückenschildes sehr breit. Von den Neuralplatten ist nur eine, wahrscheinlich die erste, zu sehen, welche schmal kegelförmig ist. Die Extremitäten sind vorzüglich erhalten und stimmen genau mit denen typischer Idiochelyden überein (siehe Rütimeyer, l. c. Taf. XV Fig. B und C, und Lortet, l. c. Taf. II

Fig. 2 und 3). Zweifellos handelt es sich also bei dem vorliegenden Gipsabguß um die in Cirin und Solnhofen in mehreren wohlerhaltenen Exemplaren nachgewiesene *Idiochelys* (*Chelonemys*) *Fitzingeri*.

Maack hat in seinem oben angegebenen Werke die sehr mangelhaft erhaltenen Reste eines Rücken- und Bauchschildes, welche in den Kelheimer Jurakalken nachgewiesen wurden, als *Hydropelta Meyeri* bestimmt (siehe Maack, l. c. Taf. XL). Es handelt sich um einen ziemlich großen, elliptischen Rückenpanzer, dessen Schale fast papierdünn ist. Das Tier lag bei der Einbettung in den Schlamm auf dem Rücken, so daß der Carapax von der Innenseite sichtbar ist. Der Bauchschild ist so zertrümmert und defekt, daß nur die Sternalflügel der rechten Seite (Hyo- und Hyposternum), sowie Teile der Xiphiplastra erhalten sind. Zwischen den Costal- und Marginalplatten scheinen nur geringe Lücken bestanden zu haben, während in der Pygalgegend und am vorderen Teil des Rückenschildes die Rippen- und Randplatten anscheinend ganz dicht aneinanderschlossen. Die zwei letzten Marginalia (10 und 11) sind breit, das Pygale ist klein, und das Supracaudale, ein großes rundes Plättchen, drängt sich so gewissermaßen noch in den Rückenschildrand ein. Von einer Teilung des Supracaudale in zwei Plättchen, wie sie Rütimeyer (l. c. p. 136) gesehen haben will, konnte ich nichts bemerken; wahrscheinlich hat Rütimeyer einen Sprung in der Knochenmasse als Naht gedeutet.

Vom Becken sind die beiden Ischia und ein weiterer Teil, wahrscheinlich das Ilium darstellend, erhalten. Diese Beckenteile unterscheiden sich nicht wesentlich von den gleichartigen Beckenknochen, wie sie bei *Eurysternum Wagleri* beobachtet worden sind. Am Schwanze, der sehr gut erhalten ist, waren offenbar noch Ansätze von Caudalrippen vorhanden; es ist bezeichnend, daß sich auch bei dem oben erwähnten *Eurysternum Wagleri* Zittel's Caudalrippen finden.

Ich glaube, daß auch dieses Stück zu der Gattung *Eurysternum* gestellt werden muß. Es würde sich dann allerdings um eine neue Art handeln, denn mit dem bisher beschriebenen *Eurysternum Wagleri* (Alterstadium *E. crassipes*) ist es nicht vollkommen identisch, sondern unterscheidet sich von dieser Form durch das Vorhandensein einer kleinen Caudalplatte. Wohl aber hat die Supracaudalplatte bei dem Maack'schen Exemplar die Gestalt der Caudalplatte eines *Eurysternum*; auch in der Ausbildung der Neural- und Costalplatten, der Vertebralschilder und des Beckens etc. stand das Tier der Gattung *Eurysternum* sehr nahe. Die Neuralplatten, von denen nur schwache Abdrücke erhalten sind, waren, wie dies auch Rütimeyer bemerkt, kegelförmig. Auch der Abdruck eines Vertebralschildchens hat sich erhalten; er zeigt, daß sich bei dem

betreffenden Tiere bereits gerunzelte Vertebralscuta fanden, die, wie bei *E. Wagleri*, nach hinten zu ziemlich tief ausgebuchtet waren.

Lortet hat neben dem schon erwähnten Bauchschild auch einen Rückenschild *Hydropelta Meyeri* zugeschrieben (siehe Taf. II Fig. 5). Dieses Stück stammt nicht direkt aus dem Ciriner lithographischen Schiefer, sondern aus den Kimmeridgekalken von Creys im Departement Isère, Cirin gegenüber, auf dem anderen Ufer der Rhône; ob die beiden Vorkommnisse gleichaltrig sind, läßt sich wahrscheinlich nicht entscheiden. Es scheint fast, als ob die Schildkröte, deren Rückenschild von Lortet dargestellt ist, gegen eine Gleichaltrigkeit der beiden Fundpunkte sprechen würde. Denn hier liegt eine neue Gattung vor, welche zu den bis jetzt erwähnten Formen in gar keiner Beziehung steht. Da das Tier auf dem Rücken liegt, ist nur die Innenseite des Rückenschildes zu sehen, welcher 29,1 cm lang und 1,8 cm breit ist; Fontanellen bestanden im vorliegenden Falle zwischen der 2.—4. Costalplatte einerseits und dem 3.—7. Marginale andererseits. Die erhaltenen Marginalia des hinteren Randes (8—11), sowie das Pygale sind auffallend hoch. Außerdem waren das 2. und 3. Supracaudale wie bei der Gattung *Plesiochelys* halbmondförmig, und das 1. Supracaudale besitzt wie bei manchen Solothurner Schildkröten die Gestalt eines Trapezes (vergl. *Plesiochelys Etalloni*, *Pl. Jaccardi* und *Thalassemys Hugii*). Auffallend ist die geringe Höhe der Costalia und der recht stark gekrümmte Verlauf, den die Knochennähte der hinteren Rippenplatten zeigen. Über die Neuralplatten läßt sich nach der Abbildung leider sehr wenig sagen. Nach der Zeichnung hat es den Anschein, als ob die Wirbelplatten teilweise wie bei *Idiochelys* verkümmert waren. Die noch sichtbaren, unverkümmerten Neuralia waren lang und schmal. Das Becken scheint an der 8. Rippenplatte nur recht lose befestigt gewesen zu sein. Die Verwachsung scheint durch Ligament erfolgt zu sein, und wir haben hier wahrscheinlich wieder ein Beispiel für die „amphichelydische“ Art der Beckenverwachsung (siehe Wegner, l. c. p. 119). Hier liegt jedenfalls eine neue Form vor, die wirklich zu einem neuen Genus (*Hydropelta*) erhoben werden muß.

An letzter Stelle sei hier das aus der Leik'schen Sammlung stammende Exemplar der Münchener Staatssammlung, bestimmt als *Hydropelta* sp., behandelt. Es handelt sich um einen 20 cm langen und über 18 cm breiten, fast kreisrunden Rückenschild, der noch recht gut die Form der Neuralia, Costalia und Marginalia beobachten läßt. Schon auf den ersten Blick fällt die Ähnlichkeit des Stückes mit gewissen Solothurner und hannoverschen Schildkrötentypen auf, so daß hier entschieden ein Anklang an die Kimmeridgefauna Solothurns und Hannovers vorliegt. Die Neuralplatten, von denen alle acht vorhanden sind, sind kegelförmig, nehmen nach der Hinterseite des Schildes an Höhe ab und werden

sechseckig (7. und 8. Neurale). Supracaudalplatten waren zwei vorhanden, von denen die erste halbmondförmig, die zweite elliptisch geformt ist. Die Costalplatten sind niedrig und ziemlich breit, sie gleichen in ihrer Gestalt vollständig den gleichartigen

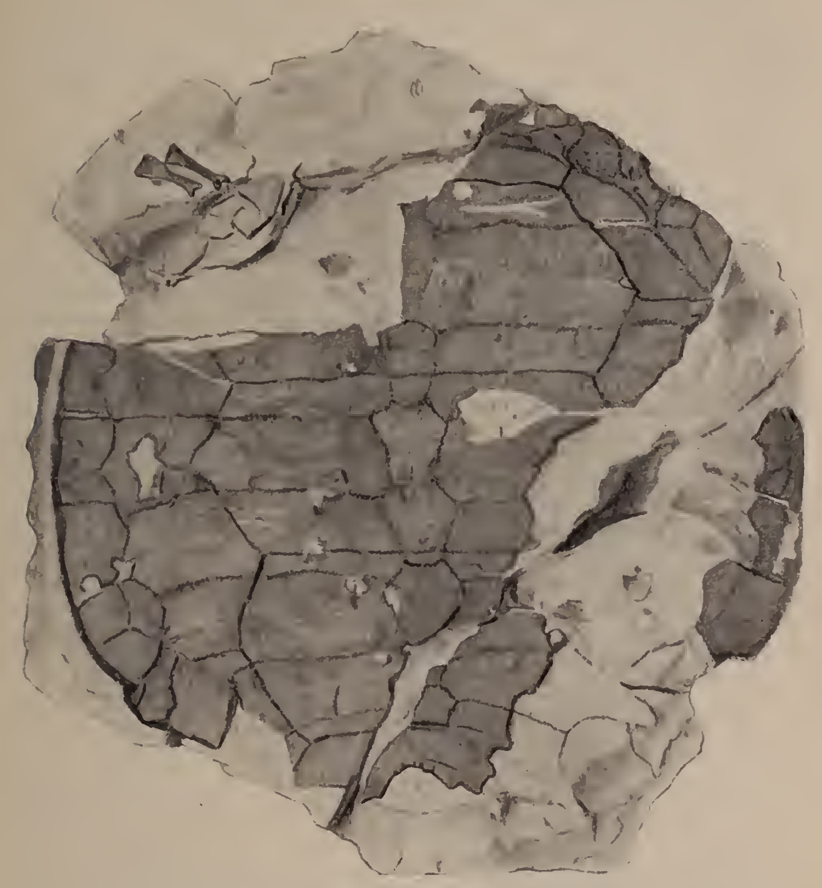


Fig. 1. *Plesiochelys minima* nov. spec. Verkleinerung ca. $\frac{1}{2}$.

Panzerteilen von *Plesiochelys*. Eigentümlich in ihrer Art sind die Marginalia. Die Randplatten des vorderen Rückenschildes gleichen vollständig den entsprechenden Marginalia des Plesiochelydenpanzers (vergl. M 1, M 2, M 3 mit den entsprechenden Randplatten etwa von *Plesiochelys Hannoverana*). Ebenso schließen sich die Marginalia der hinteren Rückenschildgegend, also etwa M 8—M 11, den entsprechenden Elementen des Plesiochelydenpanzers an. Dagegen sind die Marginalia 4—7 nicht so breit wie bei den meisten Ver-

tretern der Gattung *Plesiochelys*, sondern schmal und an der Stelle, wo die verlängerten Rippen in sie eintreten, leicht eingebuchtet. Fontanellen waren aber zwischen Marginal- und Costalplatten sicherlich nicht vorhanden.

Die Vertebralschildchen sind ausnehmend breit, sie überschreiten die halbe Breite der Costalia, so daß für die Costalschilder nur ein geringer Raum übrigbleibt. Die Marginalschilder waren, soweit sie noch erkennbar sind, vollständig wie bei Plesiochelyden entwickelt.

Die Ausbildung der mittleren Marginalia, welche noch schmal sind und dort, wo die Rippen in sie eintreten, eine Einbuchtung aufweisen, macht es wahrscheinlich, daß hier ein noch nicht völlig entwickeltes und noch nicht ausgewachsenes Tier vorliegt. Allerdings läßt sich mit Sicherheit feststellen, daß diese auffallend kleine Schildkrötenform auch im ausgewachsenen Zustande nicht viel größer wurde wie das vorliegende Exemplar. Der vorliegende Panzer stellt unbedingt die kleinste bis jetzt bekannte, Solothurner Gepräge besitzende Form dar. Selbst die von Portis beschriebene *Plesiochelys minor* und die von mir aufgestellte *Pl. pumilio* sind erheblich größer gewesen als die Kelheimer *Plesiochelys*. Ich schlage daher für die vorliegende Schildkrötenform, welche weder hinsichtlich ihres Aussehens noch hinsichtlich ihrer Größe mit einer der bisher bekannten Plesiochelyden zu identifizieren ist, den Namen *Plesiochelys minima* vor.

Maße.

Rückenschild: Länge: über 20 cm; Breite: 18,5 cm.

		Größte Länge	Größte Breite
Neuralia:	Neur. II.	2,5 cm	—
	Neur. III.	2,5	1,5 cm
	Neur. IV.	2,2	2
	Neur. V.	2	2
	Neur. VI.	1,8	2
	Neur. VII.	—	—
	Neur. VIII.	1,2	2
Supracaudalia:	S. I.	1	5
	S. II.	1,5	5
Costalia:	C. I.	2	6
	C. II.	2,5	7,5
	C. III.	2,5	7,8
	C. IV.	2	8
	C. V.	2	7,5
	C. VI.	2,5	6
	C. VII.	2	4,5
	C. VIII.	2,5	4

		Größte Länge	Größte Breite
Marginalia:	M. II.	1 cm	3 cm
	M. III.	1,5	2
	M. IV.	—	—
	M. V.	1,5	2
	M. VI.	1,5	2,5
	M. VII.	1,7	2,5
	M. VIII.	1,9	2,3
	M. IX.	2	2,5
	M. X.	2,5	3
	M. XI.	—	2,5

Die Betrachtung des bisher bekannten *Hydropelta*-Materials hat nun ergeben, daß darunter sehr verschiedene Typen verstanden wurden. So ließ sich eine Form sofort als *Idiochelys Fitzingeri* erkennen, ein anderer Teil des Materials steht der aus Solnhofen und Cirin bekannten Gattung *Eurysternum*, insbesondere der bekannten Art *E. Wagleri*, nahe. Ja sogar das aus dem oberen Jura Solothurns, Hannovers, Nordfrankreichs und Englands bekannte Genus *Plesiochelys* ließ sich unter dem *Hydropelta*-Material der Münchener Sammlung nachweisen. Nur der von Lortet abgebildete und beschriebene, aus Creys stammende Rückenpanzer von *Hydropelta Meyeri* scheint wirklich eine neue Form zu sein, für welche der Genusname *Hydropelta* bestehen bleiben kann. Es käme dann die Gattung *Hydropelta* im lithographischen Schiefer Bayerns bis jetzt überhaupt noch nicht vor, denn die Angehörigen dieses problematischen Genus würden sich zwanglos der Gattung *Eurysternum* anreihen lassen. *Hydropelta* aber, deren systematische Stellung infolge des bis jetzt noch nicht bekannten Bauchschildes noch nicht sicher ist und die vielleicht am besten zu den Thalassemyden gestellt wird, ließe sich dann auf Creys beschränken.

Ich möchte meine Abhandlung nicht schließen, ohne kurz auf die systematische Stellung der Thalassemyden eingegangen zu sein. Über die Zusammenhänge und die Anordnung dieser Schildkröten, welche neben den offenbar die allmähliche Anpassung an das marine Leben ausdrückenden Kennzeichen auch noch die Merkmale Land und Sumpf bewohnender Ahnenformen besitzen, herrscht noch wenig Klarheit. Ursprünglich (vergl. Zittel) faßte man alle Formen, welche mehr oder minder stark den Typus der Meerschildkröten angedeutet besitzen, unter dem Sammelnamen „Thalassemydidae“ zusammen, Lortet hat aber dann von den Thalassemydidae, unter denen er die Formen, welche in höherem Grade dem marinen Typus sich nähern sollten, verstanden haben wollte, die Halmyrachelyden abgetrennt. Diese Gruppe, der die Gattungen *Idiochelys*, *Hydropelta* und *Chelonides* zufallen sollten, sollte sich angeblich mehr den Pleurodiren (Plesiochelydae, rezente Chelydidae) anschließen.

In neuerer Zeit wurden denn auch diese drei Gattungen zu den Plesiochelyden, welche man als Urpleurodiren auffaßte, gestellt. *Chelonides* verbindet nun aber mit den Plesiochelyden nicht die geringste Ähnlichkeit; der Ausbildung des Rückenschildrandes und des Bauchschildes nach zu schließen, muß diese Form unbedingt zu den echten Thalassemyden gestellt werden, *Idiochelys* und vielleicht auch die von Creys stammende *Hydropelta* Lortet's sind in gewissem Sinn Mischformen. Doch überwiegen bei *Idiochelys* die thalassemydischen Eigenschaften, als welche unbedingt die Ausbildung des von großen Fontanellen durchsetzten Rückenschildes des Discusrandes, sowie der Hyo- und Hyposternalflügel aufgefaßt werden müssen. Plesiochelydisch ist bei *Idiochelys* nur die Form des Entoplastrons und der Epiplastra, auch das Fehlen einer zentralen Fontanelle könnte als plesiochelydisch angesehen werden. Dagegen darf aus dem Fehlen bezw. der teilweisen Reduktion der Neuralplatten nicht ohne weiteres auf eine Verwandtschaft zu lebenden Chelyden geschlossen werden; denn die Unterdrückung von Neuralplatten ist bei den jurassischen Schildkröten überhaupt eine häufige Erscheinung. Von *Hydropelta Meyeri* kennen wir nur den Rückenschild, der in der Hauptsache ebenfalls thalassemydisch ausgebildet erscheint.

Man hat bei der Einteilung der jurassischen Schildkröten seinerzeit großen Wert auf die Verwachsung des Beckens (Ilium und Pubis) mit dem Rücken- und Bauchschilde gelegt. Bei den eigentlichen Thalassemyden sollte danach das Becken weder mit der 8. Rippenplatte noch mit dem Xiphiplastron verwachsen sein. Dagegen sollten die Halmyrachelyden ein mit Bauch- und Rückenschild mehr oder minder stark verwachsenes Becken besitzen. Diese allzu einseitige Einteilung der Schildkröten, lediglich nach einem einzelnen Merkmal, ist durch die Entdeckung Wegner's, der nachweisen konnte, daß auch bei der vielleicht am meisten den Meerschildkröten ähnelnden Gattung *Eurysternum* das Becken mit der 8. Rippenplatte und dem Xiphiplastron verwachsen war und daß bei einer sogar typisch marinen Form, wie es die cretacische *Desmemys Bertelsmanni* ist, die Ilia mit dem Rückenschild und die Ischia mit dem Bauchschild verwachsen konnten, widerlegt worden. Ich bin der festen Überzeugung, daß das Becken mehr oder minder bei allen jurassischen Schildkröten mindestens im Alter mit dem Bauch- und Rückenschild verwachsen war, so daß eine Einteilung lediglich danach, ob das Becken frei oder verwachsen erscheint, viel zu einseitig ist.

Mir erscheint vielmehr eine den gesamten morphologischen Habitus berücksichtigende Systematik die einzig richtige zu sein. Von weitaus ausschlaggebenderer Rolle ist meiner Ansicht nach die Ausbildung des Rückenschildes, des Discusrandes und vor allem auch des Bauchschildes. Je nachdem nämlich der Carapax von

Fontanellen durchsetzt ist, je nachdem sich die Marginalia und das Nuchale verschmälert zeigen, je nachdem ferner der Bauchschild zentrale und seitliche Lücken aufweist und das Entosternum lanzenförmig zugespitzt ist oder eine rautenförmige bezw. rundliche Gestalt besitzt, lassen sich die jurassischen Schildkröten leicht in verschiedene Gruppen bringen. Ich schlage nun für die Thalassemyden folgende, ins einzelnere gehende Einteilung vor.

Thalassemydidae (im weiteren Sinne):

Rückenschild meist breit und flach, kreisrund bis herzförmig, seltener elliptisch und hochgewölbt. Stets Fontanellen zwischen den Marginal- und Costalplatten vorhanden oder wenigstens angedentet. Nuchale niedrig und breit, meist auch eingebuchtet. Becken wenigstens im Alter mit dem Rücken- und Bauchschild verwachsen. Bauchschild mit zentralen und seitlichen Fontanellen oder nur mit seitlichen Lücken; Entosternum spitz lanzettförmig oder rhombisch, Epiplastra halbmondförmig oder mehr rundlich und groß.

1. Untergruppe: Thalassemyden im engeren Sinn (den lebenden Cheloniiden noch am ähnlichsten).

Entoplastron lanzettförmig, Epiplastra klein und halbmondförmig. Zentrale und seitliche Fontanellen am Bauchschild vorhanden.

Eurysternum (*E. Wagleri*, Syn.: *E. crassipes*). Hierher gehört auch *Parachelys Eichstättensis* v. Meyer (vergl. Zittel, Palaeontographica. 14), sowie der größte Teil der bisherigen Gattung *Hydropelta* (*H. Meyeri* v. Meyer, *H. Meyeri* Maack, *H. Meyeri* bei Zittel). *Eurysternum* ist die den Meerschildkröten am nächsten kommende Form.

Thalassemys *Hugii* Rütim., *Th. Gresslyi* Rütim., *Th. marina* Fraas und *Th. Heuseri* nov. spec. Von den genannten Formen trägt die von Fraas beschriebene *Th. marina* am meisten den Charakter der Meerschildkröten.

Chelonides *Wittei* Maack und *Ch. robusta* Portis. Die erstgenannte Form ist zwar hoch gewölbt, schließt sich aber in der Ausbildung des Rückenschildes, des Bauchschildes (namentlich der Epiplastra und des Entoplastrons) den echten Thalassemyden an.

Hierher gehört auch vielleicht *Tropidemys* Rütimeyer, deren Bauchschild noch nicht sicher bekannt ist, und sicher *Pelobatochelys* Seeley.

Ferner gehört wahrscheinlich hierher auch noch Lortet's *Hydropelta Meyeri*, abgebildet in „Les reptiles fossiles du bassin du Rhône“ Taf. II Fig. 5. Das Plastron dieser Form ist leider nicht bekannt, doch sprechen die Fontanellen des Rückenschildes für die Zugehörigkeit zu den Thalassemyden, wie ja auch andrerseits diese Schildkröte sich in der Ausbildung der Neuralia mehr den Idiochelyden anschloß.

2. Untergruppe: Idiochelyden.

Bauchschild ohne zentrale Fontanellen, Entoplastron rautenförmig, Epiplastra groß, rundlich, nicht halbmondförmig. Rückenschild jedoch thalassemydisch. Neuralia teilweise unterdrückt.

Idiochelys (*Chelonemys*) *Fitzingeri*.

Diese Einteilung gründet sich nicht auf ein allzu stark betontes Einzelmerkmal, sie berücksichtigt eine Summe mehr oder minder hervortretender Eigenschaften. Es muß das Bestreben neuerer Arbeiten sein, die zahlreichen Gattungen, welche frühere Autoren unter allzu starker Betonung an sich nicht gewichtiger Abweichungen aufstellten, zu reduzieren. Meistens gründen sich ja diese Ergebnisse älterer Arbeiten nicht auf ein zusammenhängendes Material, sondern nur auf einzelne Stücke, die der Autor für wichtig genug hält, um daraus neue Gattungen und neue Arten zu schaffen, wobei diese natürlich aus dem Rahmen vergleichender Gesamtbetrachtung ausgeschaltet wurden. Die Aufgabe späterer Bearbeitung wird es sein, diese vielfach verstreuten, einander nicht berücksichtigenden Bemerkungen zu sammeln und in einer die Grundzüge des anatomischen Baues mehr berücksichtigenden Sichtung zu unterwerfen. Dabei werden sich eine Reihe von Analogien finden lassen und es werden sich größere Zusammenhänge, Sammelgruppen ergeben, welche den Überblick über die Formenreihen erleichtern.

Über Bellerophon striatus Bronn.

Von **Hch. Sylv. Kirchner.**

Mit 2 Textfiguren.

In einer Abhandlung über „Mitteldevonische Gastropoden von Soetenich i. d. Eifel“, die bereits im Jahre 1913 zum Abschluß kam und in den Verhandlungen des Nat. Hist. Vereins d. preuß. Rheinl. und Westfalens, Jahrg. 1914, zum Abdruck gelangt, habe ich die Mehrzahl der bei Soetenich gefundenen Bellerophontiden unter dem Namen *Bellerophon striatus* Bronn zusammengefaßt, gestützt auf die Ausführungen Holzapfel's (Oberes Mitteldevon, p. 206 ff.), denen ich für das gesamte zahlreiche Material beipflichten mußte. Die Fertigstellung des Druckes hat sich jedoch infolge mehrerer hindernder Umstände unlieb verzögert. Unterdessen erschien im März 1914 in dies. Centralbl. (p. 161—169) eine Abhandlung Frech's „Über einige mitteldevonische *Bellerophon*-Arten“. Da zwischen den Ergebnissen Frech's und den meinen einige Verschiedenheit besteht, wollte ich in einem Anhang zu meiner obenerwähnten Abhandlung darauf zurückkommen, ziehe es aber jetzt vor, meine Ansicht gesondert zum Ausdruck zu bringen.

Frech unterscheidet für die hier in Betracht kommenden Bellerophonten:

1. Gruppe des *B. tuberculatus*: mit gekörnter Oberfläche (und Anwachsstreifen),
2. Gruppe des *B. lineatus*: nur mit Anwachsstreifen, die z. T. rippenartig verdickt sind.

Zur 1. Gruppe stellt er: *B. striatus* Fér. et d'Orb., *B. tuberculatus* Fér. et d'Orb. und *B. memoria Kokeni* Frech;

zur 2. Gruppe: *B. lineatus* Sandb., (*B. compressus* Sandb.), *B. lineatus* Sandb. var. *callosa* Frech, *B. undulatus* Goldf. bezw. Frech, *B. rudicostatus* Kok.

Während also Frech einen Unterschied darin macht, ob die Oberfläche gekörnelt ist oder nur mit (auch rippenartigen) Anwachsstreifen bedeckt ist, sehe ich mich durch meine abermaligen Untersuchungen veranlaßt, *B. striatus* Fér. et d'Orb. und *B. lineatus* Sandb. auch weiterhin als eine Art aufzufassen und unterscheide lediglich nach der Art der Berippung folgende Unterabteilungen, die aber durch Übergänge miteinander verbunden sind:

1. Feine, eng beieinander stehende Linien.
2. Wellig gebogene Linien, die sich verästeln und anastomosieren.
3. a) Breite, gerundete Rippen mit runden Knoten,
   b) breite, dachziegelartig übereinandergreifende Bänder, die feine Zuwachsstreifen und Längswülste aufweisen.

Nach der Einteilung Frech's müßte ich 1 und 2 unter die Gruppe des *B. lineatus*, 3 a und b unter die Gruppe des *B. tuberculatus* einreihen. Ich müßte Exemplare, die durch allmählichen Übergang sich als zusammengehörig erweisen, voneinander trennen. In der Abgrenzung würde des weiteren eine bedeutende Schwierigkeit bestehen, da ich bei dem zahlreichen, ineinander übergehenden Material ebensowenig plötzlich eine Scheidung vornehmen kann wie bei den Varietäten *intermedia* und *coronata* der *Murchisonia turbinata* Schloth.

In der Jugend finden sich nur feine Streifen, die Knotenbildung ist auf größere Exemplare beschränkt. Solche der Ausbildung 3 a sind z. B. bei ca. 30 mm Höhe gewöhnlich noch ohne jede Spur von Knoten, doch konnte ich bei einem etwas kleineren Exemplar bereits Knoten in Gestalt und Größe von Stecknadelköpfen beobachten.

Etwas anders erscheint die Abart 3 b, die besonders in großen Exemplaren vorkommt. Ihre Oberfläche ist mit breiten Bändern überzogen, die sich dachziegelartig übereinanderlegen und längliche, höckerartige Runzeln tragen (Abb. 1 u. 2 bei Frech). Diese Höckerbildung tritt bereits bei einer Gehäusehöhe von ca. 20 mm auf und unterscheidet sich auch durch ihre Form von den

Knoten der Art 3 a. Die Bänder sind ihrerseits wieder von zahlreichen, eng beieinander liegenden Zuwachsstreifen bedeckt.

Um die Jugendform dieser Abart mit Sicherheit zu finden, habe ich bei einem kleinen Exemplar, das bereits Höckerbildung aufweist, die vorhergehenden Winduugen möglichst weit freigelegt. Ich gelangte so zu Stadien, in denen scharfe, unregelmäßig gebogene Rippen noch ziemlich weit voneinander abstehen, dann sich allmählich einander nähern und schließlich die gleiche oder wenigstens sehr ähnliche Ausbildung zeigen wie die 2. Entwicklungsstufe der vorerwähnten Art: wellig gebogene, sich verästelnde und anastomosierende Linien.

Da sich nun von der Art mit gerundeten Rippen nicht allzuviele Exemplare finden, die nach der Verästelung schließlich Knoten aufweisen, andererseits aber nach der Umbildung aus den gerundeten zu scharfen, weiter auseinanderstehenden Rippen auch eine Zunahme in der Schalendicke stattfindet, so glaube ich, daß auch die oben als Abart bezeichnete Form aus der 1. Art aus Gründen der Lebenserhaltung hervorgegangen ist. Die Umbildung der Rippen führt dann zu dem dachziegelartigen Übereinandergreifen, bedingt dadurch auch eine starke Verdickung der Schale, und die an Wellblech erinnernden Längsrunzelu verleihen noch außerdem dem Gehäuse einen hohen Grad von Festigkeit. Dieser Umstand erklärt auch die Tatsache, daß große Exemplare mit feinen, gerundeten Linien oder Rippen nicht anzutreffen sind, während Individuen mit den breiten welligen Bändern beträchtliche Größen erreichen. Die beiden größten derartigen befinden sich in der Sammlung des Geolog.-Paläontolog. Institutes in Bonn. Das eine (aus dem Schladetal, gefunden 1914) besitzt eine Breite von 9,5 cm (der eine Flügel ist teilweise abgebrochen, durch Rekonstruktion ergibt sich eine ehemalige Breite von 10,5 cm). Das andere Exemplar ist 9 cm breit. Die Höhe ist annähernd dieselbe wie die Breite.

Interessant ist auch die Dicke der Schalen zweier gleichgroßer Individuen (Höhe 3 cm), eines mit feinen Streifen und eines mit Wellenbändern, miteinander zu vergleichen. Das erstere zeigt an der Müudung eine Dicke von nur ca. 1 mm, während das letztere eine solche von ca. 4 mm aufweist. Bei diesem Exemplar konnte ich auch durch eine Verletzung des Gehäuses innerhalb der Mündung konstatiereu, daß die Schale an der Stelle, wo sich die weit auseinanderstehenden scharfkantigen Rippen verzweigen, noch ebenso dünn ist wie bei der feinlinigen Art. Die Umbildung der Rippen bietet also einen Schutz gegen mechanische, zerstörende Einflüsse. Kleine Exemplare sind solchen noch nicht so sehr ausgesetzt, bei größeren ist die Widerstandskraft mehr als durch einfaches proportionales Dickenwachstum zu erhöhen, wenn sie nicht vorzeitig zugrunde gehen sollen.

Bronn hat in der Lethaea geognostica (1835) sowohl die feinlinige (Bronn, Leth. geogn., Taf. 1 Fig. 11) als auch die gebänderte Form (ebenda Taf. 3[1] Fig. 19) abgebildet und als *Bellerophon striatus* beschrieben. Beide Ausbildungsformen können diesen Namen auch gemeinsam führen. *B. lineatus* Sandb. betrachte ich nur als Jugendform, bezw. nehme ich bei den größten derartigen Exemplaren nur ein Aussetzen der normalen Entwicklung an.





Bellerophon striatus Bronn sensu lato. Oberes Mitteldevon.

Fig. 1 zeigt den Übergang der feinen, gleichmäßigen und gewölbten Linien zu scharfkantigen und welligen Streifen.

Fig. 2 läßt auf dem 1. Drittel des letzten Umganges noch scharfe Rippen ohne Knoten, an der Mündung jedoch die breiten knotigen Bänder erkennen.

Will man aber trotzdem eine Trennung in 2 Arten vornehmen, so ist m. E. eine solche nach der Ausbildung der Rippen, nämlich ob diese gerundet sind oder scharfkantig, vorzunehmen. Beide Formen sind in allen oben angeführten Stadien anzutreffen: sie zeigen gerade Linien, die sich später verzweigen und schließlich auch Knoten bezw. Höcker tragen. Zu beachten ist dabei jedoch, daß eine Entwicklung der scharfkantigen Form aus der mit gerundeten Linien zu konstatieren ist (Fig. 1). Eine solche Umbildung der Rippen konnte ich auch an anderen mitteldevonischen *Bellerophon*-Arten nachweisen.

Geolog.-Paläont. Institut der Universität Bonn.

Besprechungen.

Alfred Till: Petrographisches Praktikum. Anleitung zur makroskopischen Gesteinsbestimmung mit zahlreichen Übungsaufgaben. Wien bei Schworella u. Heick. 1914. 86 p.

Verf. bezweckt mit diesen Tabellen, Technikern aller Art sowie Geographen ein praktisches Hilfsmittel in die Hand zu geben, das sie befähigen soll, die die Erdkruste zusammensetzenden Gesteine richtig makroskopisch zu bestimmen, soweit es eben ohne Zuhilfenahme der mikroskopischen Methoden möglich ist. Wissen-

schaftliche Ziele hat Verf. nicht im Auge, er schließt sich aber, unter steter Festhaltung des praktischen Zwecks, so eng als möglich an die Ergebnisse der wissenschaftlichen Petrographie und deren Systematik an unter besonderer Berücksichtigung der Lehrbücher der makroskopischen Petrographie von Löwl, Weinschenk u. a. Die geographische Verbreitung der Gesteine wird nicht berücksichtigt. Die Wichtigkeit praktischer Übungen in der makroskopischen Gesteinskunde wird besonders betont und hiezu soll das vorliegende „Praktikum" auch als Anleitung dienen, ist jedoch hiezu wohl kaum geeignet. Nach einem Vorwort und einer Einleitung findet man eine Übersicht der wissenschaftlichen Gesteinssystematik und über die wichtigsten makroskopischen Gesteinsmerkmale, wobei die Struktur eine besondere Rolle spielt. Sodann wird der Gang der makroskopischen Gesteinsbestimmung besprochen und Übungsaufgaben nebst Bemerkungen zu diesen beigefügt. Den Schluß macht ein petrographisches Wörterbuch, das namentlich zum Vergleich äußerlich gleicher, aber wesensfremder Gesteinsarten dienen soll. Zwei Tabellen zur Bestimmung der wesentlichen und akzessorischen Gemengteile der eruptiven und metamorphen Gesteine sind auf besonderen Blättern beigefügt. Leider sind dem Verf. mancherlei Irrtümer unterlaufen, auch sind viele Druckfehler stehen geblieben, die auf einem besonderen Blatt verbessert sind, aber keineswegs alle. Tadelnswert sind auch, besonders angesichts des Leserkreises, für den das Buch bestimmt ist, die vielen neuen, gänzlich überflüssigen Bezeichnungen und Namen. Wünschenswert wäre auch ein besseres Hervorheben der wichtigen und verbreiteten Gesteine gewesen. **Max Bauer.**

A. Ledoux: Eléments de minéralogie. Brüssel und Paris 1914. 195 p. Mit einer farbigen Tafel und 268 Textfiguren.

Das Buch enthält die Vorlesungen, die Verf. den Kandidaten der Naturwissenschaften an der freien Universität in Brüssel gehalten hat. **Max Bauer.**

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

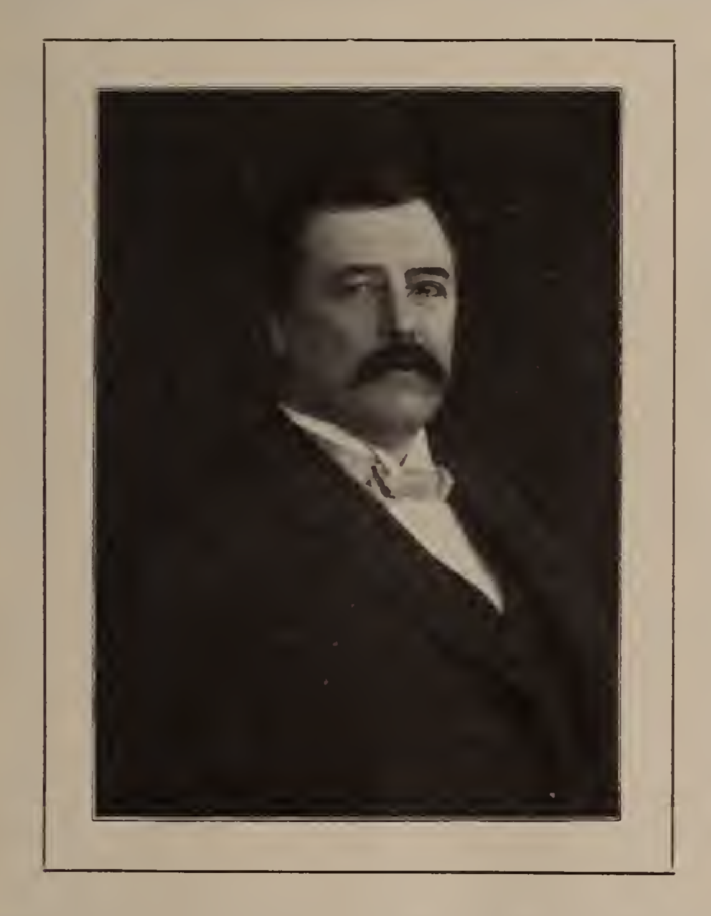
Am 2. Mai d. J. in Westgalizien als k. u. k. Infanterie-Leutnant Dr. **F. Schubert**, Geologe an der k. u. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien. Wir verlieren in ihm einen der besten Kenner der Foraminiferen und des dalmatischen Küstenlandes.

Verliehen: Dem Kgl. Landesgeologen Dr. **F. Etzold** in Leipzig der Titel als Professor. — Dr. **Karl Wanderer** am Mineralogisch-geologischen Museum in Dresden der Titel als Professor.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Eberhard Fraas †.

Die Nachricht von dem Tode Prof. E. Fraas' hat gewiß in weiten Kreisen Bewegung hervorgerufen, denn nur wenige seiner Fachgenossen konnten sich eines solch allgemeinen Ansehens und



derartiger Beliebtheit erfreuen wie er. Sein Lebenslauf, den ich hier kurz darlegen will, läßt die Gründe hierfür klar ersehen.

Eberhard Fraas wurde am 26. Juni 1862 in Stuttgart geboren als der Sohn Prof. Oskar Fraas', Konservators an der geo-

logisch-paläontologischen Abteilung des Kgl. Naturalienkabinetts, eines Gelehrten, der es in vortrefflicher Weise verstand, die Resultate der geologischen Wissenschaft weiteren Kreisen mitzuteilen. Nach Absolvierung des heimatlichen Gymnasiums studierte er an den Universitäten in Leipzig und München Geologie, Paläontologie und Mineralogie. Seine wichtigsten Universitätslehrer waren Credner und Zirkel sowie Zittel, Rothpletz und Groth. Im Jahre 1886 promovierte er an der Universität München in Geologie und Paläontologie als Hauptfächern mit einer Abhandlung über Seesterne des weißen Jura [1].

Bald darauf wandte er sich der Alpengeologie zu. Geologische Aufnahmen im südlichen Karwendelgebirge und am Wendelsteine, also in den nördlichen Kalkalpen, sowie vor allem seine „Scenerie der Alpen“ (2), die in gemeinverständlicher Weise die damaligen Anschauungen über Tektonik und über den Bau der Alpen darlegt, sind Früchte dieser Tätigkeit.

Im Juli 1888 habilitierte er sich an der Universität München und gründete sich im Jahr darauf einen Hausstand, aber bald (1891) wurde er Assistent an der heimatlichen Naturaliensammlung und 1894 Konservator ihrer geologischen, paläontologischen und mineralogischen Abteilung mit dem Titel Professor. Dort war seine bleibende Stätte, und die Bodenständigkeit seines Wirkens ist trotz seiner großen Vielseitigkeit charakteristisch für ihn. Der Boden für seine Tätigkeit war ihm da durch seinen Vater, mit dem er noch mehrere Jahre zusammen arbeitete, wie keinem anderen geebnet, aber E. Fraas übertraf jenen in jeder Beziehung.

Die geologische und paläontologische Erforschung seiner Heimat förderte er zunächst nicht nur durch Aufnahmen mehrerer Blätter der geognostischen Spezialkarte Württembergs (3 a), durch sonstige kleine Untersuchungen über Trias, Jura und Tertiär Schwabens und durch Höhlenforschungen (3 b), sondern auch durch seine Beteiligung an der geologischen Untersuchung des Rieses und des Steinheimer Beckens, die so unerwartete und höchst bemerkenswerte Ergebnisse in der Feststellung von Überschiebungen in dem tektonisch für ganz uninteressant gehaltenen Tafelgebirge des schwäbischen Jura hatte (3 c).

Aber er beschränkte sich keineswegs auf die geologische Erforschung dieses Gebietes, obwohl auch seine zusammenfassenden Abhandlungen über die Trias sich natürlich vor allem auf seine gute Kenntnis der nordalpinen und schwäbischen Trias gründeten (4).

Er machte außer zahlreichen Exkursionen geologischer Vereinigungen, vor allem der deutschen geologischen Gesellschaft und der oberrheinischen geologischen Vereinigung, in denen er sich eifrig betätigte, mehrere Reisen in den Süden Europas (Spanien,

[1] Siehe das Literaturverzeichnis am Schlusse des Nachrufes.

Sardinien, Italien, Balkan), auf Einladung des naturhistorischen Museums in New York in den Westen Nordamerikas (1901), den Spuren seines Vaters folgend nach Ägypten und Syrien (1897 und 1906) und endlich nach Deutschostafrika (1907). Über die dabei gemachten geologischen Beobachtungen veröffentlichte er aber nur kleinere wissenschaftliche Abhandlungen (5).

Es waren nicht nur rein wissenschaftliche Beweggründe, die ihn zu seinen geologischen Untersuchungen und seinen Reisen veranlaßten, sondern vielfach förderte er auch technische Unternehmungen durch seine Gutachten, z. B. machte er sich um die so schwierige Wasserversorgung seiner Vaterstadt durch solche sehr verdient.

In erster Linie waren es jedoch während seines ganzen Lebens paläontologische Studien, die ihn anzogen. Auch hierin schloß er sich an seinen Vater insofern an, als er sich vor allem für Wirbeltiere interessierte. Dementsprechend führte ihn seine amerikanische Reise, die Jurastudien bezweckte, auch zu den Dinosaurier-Lagern in Grenzschichten von Jura und Kreide Wyomings, und seine zweite ägyptische Reise galt hauptsächlich der besseren Ausbeutung der Fundstätten alttertiärer Wirbeltiere am Mokattam und im Fajum, wo der von ihm entdeckte und hauptsächlich durch ihn angelernte Naturalienhändler Markgraf prächtige Erfolge erzielte, die der Stuttgarter, aber auch anderen deutschen Sammlungen (München, Frankfurt a. M. usw.) wundervolle Fossilreste zuführten. Seine ostafrikanische Reise endlich führte zur Entdeckung und ersten Ausbeutung (6) der großartigen Dinosaurier-Fundstelle des Tendaguru, die dann für die Berliner Sammlung in großzügigster Weise erschlossen wurde. Vor allem waren es jedoch heimische Fossilien, deren Gewinnung und Beschreibung er sich zuwandte.

Über die verschiedensten Gruppen von Wirbeltieren des Meso- und Känozoicums erstreckten sich seine Forschungen. Neben kleineren, aber z. T. sehr interessanten Schriften über Fischreste aus dem Jura Württembergs sowie des ägyptischen Eocäns (7) und über Säugetiere aus den Höhlen Württembergs (3 b) und aus den Diamantseifen Südafrikas, sowie insbesondere über die primitivste Wale aus dem Eocän Ägyptens (8) sind es zahlreiche, teilweise grundlegende Abhandlungen über triassische und jurassische Stegocephalen und Reptilien (9). Vor allem sind hier seine Studien über die schwäbischen Labyrinthodonten (9 a), die zahlreichen über Ichthyosauria der Trias und des Jura (9 b), die Meerkrokodile (9 c) und über triassische und jurassische Schildkröten (9 d) hervorzuheben, die außerordentlich wichtige und neue Befunde ergaben.

Das kostbare Material zu solchen Arbeiten und zu einer stattlichen Anzahl von Abhandlungen von Fachgenossen, denen er, wie z. B. dem Verfasser dieser Zeilen, stets in liberalster Weise

entgegenkam, ist fast völlig im Besitze der Kgl. Naturaliensammlung in Stuttgart und seine Gewinnung oder Erwerbung meistens E. Fraas selbst zu danken. Auch hier war ihm durch seinen Vater sowie durch Quenstedt insofern der Weg geebnet, als diese es verstanden, bei ihren Landsleuten nicht nur ihre Wissenschaft in einzigartiger Weise populär zu machen, sondern sie auch zum Sammeln zu veranlassen. E. Fraas nun eignete sich ausgezeichnet zu ihrem Nachfolger, da seine heitere und gesellige, von Überhebung freie Art ihn zu einem trefflichen Gesellschafter machte und auch mit den einfachsten Leuten ungezwungen verkehren ließ und da er in lebendigen Vorträgen sowie in kleineren und größeren Abhandlungen (10) das Interesse weiter Kreise und speziell seiner Landsleute immer wieder auf seine Wissenschaft zu lenken wußte. Recht bezeichnend ist es für ihn und sein Verhältnis zu seinen Schwaben, daß er im Februar dieses Jahres eine Ausstellung von „Kriegsversteinerungen“ veranstaltete, die von ihm angeeiferte Soldaten in den Schützengräben des östlichen Frankreich gesammelt hatten. Vor allem verstand er es, mit den Lehrern Beziehungen zu erhalten. Unter anderem förderte er nicht nur den geologischen Unterricht durch Herausgabe eines Leitfadens der Geologie und von instruktiven Wandtafeln, sondern auch den Sammeleifer durch den trefflichen, reich und schön illustrierten „Petrefaktensammler“ (11).

Unermüdlich und mit größtem Eifer und Geschick wußte er dabei für Bereicherung „seiner“ Sammlung zu wirken und hatte dabei glänzenden Erfolg. Denn trotz nichts weniger als reichlicher offizieller Mittel bekam sie durch prächtigen Zuwachs nicht nur aus Württemberg, sondern aus allen möglichen Ländern, z. B. aus den Vereinigten Staaten Nordamerikas und aus Afrika, einen solchen Umfang und z. T. einzigartigen Gehalt, daß sie heute zu den wertvollsten der Welt gehört. Noch vor kurzem gelang es E. Fraas, Dinosaurier-Reste von seltener Vollkommenheit aus der heimatlichen Trias zu gewinnen und aufzustellen. Ihre wissenschaftliche Bearbeitung konnte er aber leider nicht mehr herausgeben.

Die oben erwähnten Beschreibungen der so erworbenen Fossilien, die er seit Jahren mit dem Übertitel „Mitteilungen aus dem Kgl. Naturalienkabinett“ versah, erregten deshalb schon von vornherein einiges Aufsehen, weil man fast stets die Erörterung besonders schöner und interessanter Stücke erwarten konnte.

Dabei wußte er stets reklamehaftes Auftreten, das sich neuerdings auch in unserer stillen Wissenschaft leider mehrfach bemerkbar macht, völlig zu vermeiden, und alles Streben nach äußerlichen Auszeichnungen lag ihm ferne. Ihm genügte die Wertschätzung seiner Freunde und weiter von ihm für seine Wissenschaft interessierter Kreise sowie die Hochachtung seiner Fachgenossen. Sie äußerte sich u. a. in mehrfacher Wahl in die Leitung gelehrter

Gesellschaften, vor allem zum Vorstand des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg und zum ersten Vorstand der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, ferner in seiner Wahl zum Mitglied der Leopoldinischen Akademie in Halle und zum Beirate am Deutschen Museum in München.

Jahre hindurch war es aber mißlich für ihn, daß die Schätze der geologischen und paläontologischen Abteilung der Naturaliensammlung infolge Raummangels aufeinander gehäuft werden mußten und deshalb nicht genügend zur Geltung kommen konnten. Sobald es ihm nun vor wenigen Jahren gelang, neue Räume bewilligt zu erhalten, ging er daran, die paläontologische Sammlung nach modernen Gesichtspunkten, d. h. unter Anschluß an rezente Vergleichsobjekte und systematisch in übersichtlicher und instruktiver Weise aufzustellen. Leider blieb diese schwierige und große Arbeit unvollendet, denn sein Assistent, Dr. F. Hahn, der ihm dabei ein wertvoller Mitarbeiter war, erlitt im vergangenen Herbst den Tod für das Vaterland, und E. Fraas selbst, dessen unverwüstlich erscheinende Kraft und Gesundheit durch eine Dysenterie stark erschüttert war, die er sich auf seiner Reise nach Deutschostafrika zugezogen hatte, starb nach kurzer schwerer Krankheit am 6. März 1915 gleichzeitig mit seinem einzigen Sohne, der auf dem Felde der Ehre in Frankreich fiel.

Ein reiches und schönes Leben, eine in ihrer Vielseitigkeit und Fülle erstaunliche Arbeitskraft, von der noch viele und große wissenschaftliche Erfolge zu erwarten waren, ist mit ihm dahingegangen, ein Gelehrter, der in seiner tüchtigen Eigenart nicht zu ersetzen ist, und dessen Andenken nicht nur in seiner Heimat, die ihm so viel verdankt, ein gutes und bleibendes sein wird.

Ernst Stromer (München).

Wichtigste Veröffentlichungen.

1. Die Asterien des weißen Jura von Schwaben und Franken. Palaeontogr. 32. Stuttgart 1886.
2. Das Wendelsteingebiet. Geognost. Jahreshefte. Jahrgang 3. 1890. Kassel 1891.
   Scenerie der Alpen. 325 p. 120 Textfig. Leipzig 1892.
3a. Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblätter Neckarsulm, Öhringen und Ober-Kessach, Stuttgart 1892; Mergentheim, Niederstetten, Künzelsau und Kirchberg 1892; Stuttgart 1895; Kirchheim 1898; Urach 1902.
3b. Die Sybillenhöhle auf der Teck. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. Berlin 1899.
   Die Irpfelhöhle im Brenztale. Ebenda 1893.
   Die Beilsteinhöhle auf dem Heuberg. Fundberichte aus Schwaben 3. 1895. Stuttgart 1896.
   Die Höhlen der Schwäbischen Alb. Schriften schwäb. Höhlenvereins. No. 4. Tübingen 1901.

3c. W. Branco und E. Fraas, Das vulkanische Ries bei Nördlingen in seiner Bedeutung für Fragen der allgemeinen Geologie. Abhandl. k. preuß. Akad. Wiss. Berlin 1901; und

Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulkanischen Rieses bei Nördlingen. Sitz.-Ber. k. preuß. Akad. Wiss. Berlin 1901.

4. Die Bildung der germanischen Trias. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. Stuttgart 1899.

Triasformation. Handwörterbuch d. Naturwiss. **10**. Jena 1913.

5. Geognostisches Profil vom Nil zum Roten Meer. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **52**. Berlin 1900.

Fraas und Dacqué, Beobachtungen über den ostafrikanischen Jura. Dies. Centralbl. Stuttgart 1908.

6. Ostafrikanische Dinosaurier. Palaeontogr. **55**. Stuttgart 1908.

7. Neue Selachierreste aus dem oberen Lias von Holzmaden in Württemberg. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Stuttgart 1896.

Chimacridenreste aus dem oberen Lias von Holzmaden. Ebenda 1910.

Säge von *Propristis Schweinfurthi* Dames aus dem oberen Eocän von Ägypten. N. Jahrb. f. Min. etc. 1907. I. Stuttgart 1907.

8. Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mitteleocän vom Mokattam bei Cairo. Geol. u. paläont. Abhandl. N. F. **6**. Jena 1904.

9a. Die Labyrinthodonten der schwäbischen Trias. Palaeontogr. **36**. Stuttgart 1889.

Neue Labyrinthodonten aus der schwäbischen Trias. Ebenda. **60**. 1913.

Die schwäbischen Trias-Saurier, nach dem Material der Kgl. Naturaliensammlung in Stuttgart zusammengestellt. Mit Abbildungen der schönsten Schaustücke. Festgabe zur 42. Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft in Stuttgart 1896.

9b. Über die Finne von *Ichthyosaurus*. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Stuttgart 1888.

Die Ichthyosaurier der süddeutschen Trias und Jura-Ablagerungen. 81 p. 14 Taf. Tübingen 1891.

Ichthyosaurus numismalis E. Fraas. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Stuttgart 1892.

Die Hautbedeckung von *Ichthyosaurus*. Ebenda 1894.

Embryonaler *Ichthyosaurus* mit Hautbekleidung. Ebenda 1911.

Ein unverdrückter *Ichthyosaurus*-Schädel. Ebenda 1913.

9c. Die Meerkrokodilier (*Thalattosuchia*) des oberen Jura unter spezieller Berücksichtigung von *Dacosaurus* und *Geosaurus*. Palaeontogr. **49**. Stuttgart 1902.

9d. *Proganochelys Quenstedtii* Baur (*Psammochelys keuperina* Quenst.). Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Stuttgart 1899.

Thalassemys marina E. Fraas aus dem oberen weißen Jura von Schnaitheim nebst Bemerkungen über die Stammesgeschichte der Schildkröten. Ebenda 1903.

Proterochersys, eine pleurodire Schildkröte aus dem Keuper. Ebenda 1913.

9e. *Aëtosaurus crassicauda* n. sp. nebst Beobachtungen über das Becken der Aëtosaurier. Ebenda 1907.
Plesiosaurier aus dem oberen Lias von Holzmaden. Palaeontogr. 57. Stuttgart 1910.
Reptilien und Säugetiere in ihren Anpassungserscheinungen an das marine Leben. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Stuttgart 1905.
10. Vorträge in vielen Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg. Stuttgart 1888—1913.
Die Triaszeit in Schwaben. Ein Blick in die Urgeschichte an der Hand von R. Blezinger's geologischer Pyramide. 40 p. 6 Textfig. Ravensburg 1900.
Wüstenreise eines Geologen in Ägypten. Kosmos. 1906.
Die ostafrikanischen Dinosaurier. Witting, Samml. wiss. Vorträge. Heft 1. Leipzig 1912.
Die neuesten Dinosaurierfunde in der schwäbischen Trias. Die Naturwissenschaften. Berlin 1913.
Führer durch das Kgl. Naturalienkabinett zu Stuttgart. I. Die geognostische Sammlung Württembergs. zugleich ein Leitfaden für die geologischen Verhältnisse und die vorweltlichen Bewohner unseres Landes. 82 p. 42 Textfig. Stuttgart 1905.
11 Der Petrefaktensammler. Ein Leitfaden zum Sammeln und Bestimmen der Fossilien Deutschlands. 276 p. 72 Taf., 139 Textfig. Stuttgart 1910.
Leitfaden für den geologischen Unterricht in den württembergischen Schulen. 57 p. 8 Taf., 13 Textfig. Stuttgart 1913.
Wandtafeln:
a) Die Naturerscheinungen der Erde. Als Einführung in die physikalische Geographie und allgemeine Geologie. 12 Taf. Stuttgart.
b) Die Entwicklung der Erde und ihrer Bewohner. Mit Schichtenprofilen, Leitfossilien und landschaftlichen Rekonstruktionen. 7 Taf. Stuttgart.

Zerlegung des Speiskobalts und Löllingits durch Luftoxydation.

Von **A. Beutell** und **Fr. Lorenz** in Breslau.

Mit 1 Textfigur.

Der Speiskobalt gehört, trotzdem er sich in wohlgeformten Kristallen findet, zu den Mineralien, welche eine außerordentlich wechselnde Zusammensetzung aufweisen. Zwar wird ihm in den Hand- und Lehrbüchern der Mineralogie die von Berzelius aufgestellte Formel As_2Co zugeschrieben, doch kommt ihm dieselbe nur ausnahmsweise zu. Die folgende Zusammenstellung enthält außer den in Hintze, Handbuch der Mineralogie, p. 810—812, verzeichneten Analysen auch die inzwischen hinzugekommenen. Weggelassen haben wir in der Tabelle 1 nur diejenigen Analysen, welche sich infolge starker Verunreinigung nicht zu Berechnung des Atomverhältnisses As : Co eigneten.

Tabelle 1.

Die bis jetzt bekannten Speiskobaltanalysen nach fallendem Arsengehalt geordnet.

No.	Fundort	Analytiker	% As	% S	% Co	% Ni	% Fe	% andere Metalle	Summe	Co-Atome	As-Atome	Co : As
1	Joachimsthal	MARIAN	74,52	1,81	11,72	1,81	5,26	1,00 Cu; 3,60 Bi	99,72	0,32	1,07	1 : 3,30
2	Schneeberg	BULL	77,82	—	3,38	11,57	6,35	0,88 Cu	100	0,37	1.04	1 : 2,81
3	Schneeberg	VOLLHARDT	76,19	0,61	21,71		0,30	0,12 Pb; 0,18 Bi	99,27	0.37	1,04	1 : 2,77
4	Schweina-Glücksbrunn	KRUSCH	75,04	1,61	10,93	6,12	5,22	0,31 Cu	99,23	0,38	1,05	1 : 2,73
5	Schneeberg	BULL	75,85	—	3,32	12,04	6.52	0,94 Cu	98,67	0.38	1,01	1 : 2,69
6	Schneeberg	VOLLHARDT	73,53	0,61	21,94		0.37	0,37 Pb; 0,31 Bi	97,27	0.38	1,02	1 : 2,68
7	Schneeberg	VOLLHARDT	75,78	0,61	2,30	19.89	0,47	0,01 Pb; 0,16 Bi	99,35	0,38	1,03	1 : 2.68
8	Wittichen	PETERSEN	69,70	4,71	10,11	8,52	5,05	0,94 Cu; 0,97 Bi	100	0.41	1,08	1 : 2.65
9	Schneeberg	RENETZKY	75.73	0,87	6,81	11,59	4,43	—	99,43	0,39	1,04	1 : 2,65
10	Schneeberg	VOLLHARDT	73.46	0,61	2,03	19.88	0,38	0,36 Pb; 0,41 Bi	97,25	0,38	1,00	1 : 2,63
11	Wolkenstein	VOLLHARDT	75,40	0,73	3,42	11,90	7,50	0,39 Cu	99.34	0,39	1,03	1 : 2,62
12	Schneeberg	MC CAY	71.19	0,30	21,19		1,35	4,58 Bi	98,61	0,35	0,98	1 : 2,55
13	Wolkenstein	VOLLHARDT	75,43	0,30	22,24		1,22	0,37 Bi	99,56	0,40	1,02	1 : 2,54
14	Riechelsdorf	STROMEYER	74.21	0,88	20,31	—	3,42	0,16 Cu	98,98	0,41	1,02	1 : 2,54
15	Riechelsdorf	BULL	76,09	—	4,56	12,25	6,82	—	99,72	0,41	1,01	1 : 2,52
16	Schweina-Glücksbrunn	RAMMELSBERG	74,47	1,53	19,73	—	4,27	—	100	0,41	1,04	1 : 2.51
17	Chatham	GENTH	70,11	4,78	3,82	9,44	11,85	—	100	0,44	1.08	1 : 2.48
18	Schneeberg	KARSTEDT	74.80	0,85	3,79	12.86	7,33	—	99.63	0,41	1,02	1 : 2,47
19	Wolkenstein	VOLLHARDT	71,19	0,30	22,49		1,35	4,58 Bi	99,91	0,41	0,98	1 : 2,41
20	Riechelsdorf	SARTORIUS	73,53	0,94	9,17	14,06	2,24	—	99,94	0,43	1,01	1 : 2,35
21	Allemont	RAMMELSBERG	71,11	2,29	—	18,71	6.82	—	98,93	0.44	1,02	1 : 2,34
22	Chatham	GENTH	67,44	5,62	3,85	10,17	12,92	—	100	0,47	1,08	1 : 2,29
23	Schneeberg	LANGE	73,55	0,27	6,28	14,49	5,20	—	99,79	0,45	0,96	1 : 2,21

24	Schneeberg	Mc Cay	71,53	1,38	18,07	1,02	7,31	0,01 Cu	99,32	0,46	1,00	1 : 2,19
25	Cerro de Cabeza de Vaca	Domeyko	68,51	0,70	15,16	2,62	7,16	—	94,15	0,43	0,94	1 : 2,18
26	Andreasberg	Kobell	72,00	0,43	1,94	7,00	17,39	—	98,76	0,45	0,97	1 : 2,17
27	Schneeberg	Mc Cay	71,53	1,38	18,07	1,02	7,31	0,01 Cu	99,32	0,47	1,00	1 : 2,11
28	Riechelsdorf	Booth	72,64	—	3,37	20,74	3,25	—	100	0,47	0,97	1 : 2,07
29	Joachimsthal	Marian	71,47	0,58	3,62	21,18	2,83	0,29 Cu	99,97	0,47	0,97	1 : 2,05
30	Schneeberg	Hoffmann	70,37	0,66	13,95	1,79	11,71	1,39 Cu; 0,01 Bi	99,88	0,48	0,96	1 : 2,01
31	Kamsdorf	Rammelsberg	70,34	—	—	28,40	—	—	98,74	0,48	0,94	1 : 1,94
32	Kamsdorf	Rammelsberg	70,93	—	—	29,50	—	—	100,43	0,50	0,95	1 : 1,89
33	Dobschau	A. Löwe	71,13	0,36	6,94	11,87	9,70	—	100	0,51	0,96	1 : 1,88
34	Atakama	Smith	70,85	0,08	24,13	1,23	4,05	0,41 Cu	100,75	0,50	0,95	1 : 1,88
35	Colo	Iles	63,82	1,55	11,59	—	15,99	0,16 Cu; 1,13 Bi	98,89	0,48	0,91	1 : 1,87
36	Schneeberg	Mc Cay	68,40	1,06	4,20	24,95	0,69	0,21 Bi	99,51	0,51	0,95	1 : 1,86
37	Annivier-Tal	Berthier	65,02	2,90	3,93	26,75	1,40	—	100	0,55	0,96	1 : 1,75
38	Riechelsdorf	Klauer	68,73	—	16,37	12,15	2,30	0,45 Cu	100	0,53	0,92	1 : 1,74
39	Chatham	Shepard	70,00	—	1,35	12,16	17,70	—	101,21	0,55	0,93	1 : 1,70
40	Andreasberg	Hahn	55,85	6,24	11,85	26,04	—	0,92 Cu	100,90	0,64	0,94	1 : 1,46
41	Riechelsdorf	Rammelsberg	60,42	2,11	10,80	25,87	0,80	—	100	0,64	0,87	1 : 1,35
42	Riechelsdorf	Weber	59,38	2,22	18,30	19,38	0,72	—	100	0,65	0,86	1 : 1,32
43	Schneeberg	Salvetat und Wertheim	58,71	2,80	3,01	35,00	0,80	—	100,32	0,66	0,87	1 : 1,32
	Eigene Analysen von 3 Riechelsdorfer Varietäten.											
1a	Riechelsdorf	Fr. Lorenz	77,32	0,42	10,23	10,41	0,78	0,62 Sb; 0,13 Rückst.	99,91	0,36	1,05	1 : 2,87
1b	Riechelsdorf	Fr. Lorenz	77,10	0,39	10,98	9,79	0,75	0,47 Sb; 0,56 Rückst.	100,04	0,36	1,04	1 : 2,85
14a	Riechelsdorf	Fr. Lorenz	72,97	1,30	10,88	9,41	2,78	1,31 Bi; 0,58 Rückst.	99,63	0,41	1,03	1 : 2,53

Wie aus der letzten Kolumne ersichtlich ist, welche die von uns berechneten Atomverhältnisse enthält, schwankt die Zusammensetzung zwischen den Formeln $As_{3,3}Co$ und $As_{1,3}Co$.

Da die unter dem Namen Tesseralkies zusammengefaßten Varietäten durch Übergänge mit dem Speiskobalt verbunden sind, lassen wir der Vollständigkeit wegen die Analysen der bis jetzt bekannten Vorkommen in Tabelle 2 (p. 363) folgen (Hintze, Handbuch, p. 881 u. 882); das Atomverhältnis As : Co ist von uns hinzugefügt.

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, kommt dem Tesseralkies ebensowenig eine bestimmte Formel zu wie dem Speiskobalt, vielmehr schwankt seine Zusammensetzung zwischen $As_{3,3}Co$ und $As_{2,6}Co$. Die Varietäten 1—11, sowie die beiden Speiskobalte von Riechelsdorf (1 a und 1 b) der Tabelle 1 könnten nach ihrer Zusammensetzung zum Tesseralkies gezählt werden. Da seine Kristallform scheinbar dieselbe ist wie die des Speiskobalts, und da sich eine Grenze zwischen Tesseralkies und Speiskobalt nicht ziehen läßt, so liegt kein Grund vor, den Tesseralkies als eigene Mineralspezies zu betrachten; er ist nichts anderes als ein arsenreicher Speiskobalt.

Schon G. Rose (Krystallochem. Mineralsystem. 1852. p. 51) hatte die Richtigkeit der Formel As_2Co angezweifelt, wenn auch erst Rammelsberg mit Sicherheit die großen Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung nachwies (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1873. **25**. p. 266; Mineralchemie. 1875. p. 28, 1895. p. 12); er betrachtete den Speiskobalt als isomorphe Mischung ganz verschiedener Arsenide wie AsR, As_4R_3, As_3R_2, As_5R_2 und As_3R mit S_2R.

Groth hält den Speiskobalt nach seinen Beobachtungen für isomorph mit Pyrit und schreibt ihm daher die Formel As_2R zu, wobei er die Abweichungen von dieser Formel durch Verunreinigungen erklärt (Tab. Übers. 1882. p. 18). In den arsenärmeren Varietäten nimmt er die Beimengung von AsR, in den arsenreicheren diejenige von As_3R an.

Mit Recht wies Bauer (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875. **27**. p. 245) darauf hin, daß weder die Isomorphie mit Pyrit, noch die Beimengung von $AsCo$ und As_3Co sichergestellt seien. Um die Zusammensetzung des Speiskobalts experimentell aufzuklären, hat auf Groth's Anregung Vollhardt (Inaug.-Diss. München 1886, Groth's Zeitschr. 1888. **14**. p. 407) versucht, die Komponenten des Speiskobalts chemisch zu trennen. Er ging dabei von der Erwägung aus, daß Arsenide von so verschiedenem Arsengehalt wie As_3Co, As_2Co und $AsCo$ in bezug auf ihre Löslichkeit in Säuren so beträchtliche Unterschiede zeigen dürften, daß ihre Trennung dadurch ermöglicht werden könnte. Nach den Erfahrungen, die im hiesigen Mineralogischen Institut bei der Untersuchung von Pyrit, Markasit und Magnetkies (Inaug.-Diss. Breslau

Tabelle 2.

Tesseralkiese, geordnet nach fallendem As-Gehalt.

No.	Fundort	Analytiker	% As	% S	% Bi	% Ni	% Co	% Fe	% andere Metalle	Summe	Co : As
1	Skutterud	Wöhler	79,20	—	—	—	18,50	1,30	—	99,00	1 : 3,14
2	Zschorlau, Sachsen	Frenzel	61,59	0,05	20,17	—	13,70	3,71	0.69 Cu; 0,16 Sb	100,07	1 : 3,09
3	Turtmannthal	Staudenmaier	74.45	0,72	4.40	—	16,47	3,90	0.28 Gangart	100,22	1 : 2,98
4	Skutterud	Wöhler	79,00	—	—	—	19,50	1,40	—	99,90	1 : 2,96
5	Markirch	Vollhardt	77,94	—	—	12,01	3,69	5,07	—	98,71	1 : 2.91
6	Skutterud	Scheerer	77,84	0,69	—	—	20,01	1,51	—	100,05	1 : 2,88
7	unbekannt	Ramsay	46,10	—	37,64	5,66	10,18	0,55	—	100,13	1 : 2,82
8	Bullards Park, New Mexiko	Waller und Moses	67.37	—	—	11,12	5,13	2,64	8,38 Ag; 4,56 SiO_2	99,20	1 : 2,78
9	Bullards Park, New Mexiko	Waller und Moses	78,10	—	—	12,89	5,95	3,06	—	100	1 : 2,78
10	Markirch	Vollhardt	78,26	—	—	15,05		6,69	—	100	1 : 2,78
11	Skutterud	Fr. Lorenz	72.05	2,30	—	—	18,90	3.84	—	100,49	1 : 2,65

1913), sowie von Zinkblende, Wurtzit und Hauerit (Inaug.-Diss. Breslau 1914; dies. Centralbl. 1915. p. 263) gemacht worden sind, können nur sehr schwache Lösungsmittel sichere Resultate liefern. Hierdurch erklärt es sich zweifelsohne, daß VOLLHARDT, der mit Salzsäure und Kaliumchlorat arbeitete, keine eindeutigen Erfolge hatte. Er kam zu dem Schluß, daß der bei der Lösung übrig bleibende Rückstand sich entweder als As_5R_2 oder vielleicht als As_3R erweisen würde, dem auch freies Arsen beigemischt sein könnte. Die Entscheidung überläßt er späteren Untersuchungen.

Eine endgültige Klärung herbeizuführen ist der Zweck unserer Arbeit. Hier soll nur über die Hauptresultate berichtet werden; genauere Angaben über die angewandten Methoden finden sich in der demnächst erscheinenden Dissertation von FR. LORENZ.

Zu unseren Untersuchungen dienten 3 Varietäten von Riechelsdorf (Hessen), für welche die folgende Zusammensetzung ermittelt wurde:

	Varietät 1.	Varietät 2.	Varietät 3.
As	77,10 %	77,32 %	72,97 %
Sb	0,47	0,62	—
Bi	—	—	1,31
S	0,39	0,42	1,70
Co	10,98	10,23	10,88
Ni	9,79	10,41	9,41
Fe	0,75	0,78	2,78
Unlösl. Rückst.	0,56	0.13	0,58
	100,04	99,91	99,63

Nach Umrechnung von Antimon, Wismut und Schwefel in Arsen, sowie von Nickel und Eisen in Kobalt, ergeben sich die folgenden Atomverhältnisse:

As : Co = 2,85 : 1 2,87 : 1 2,53 : 1.

Um zunächst festzustellen, ob metallisches Arsen im Speiskobalt vorhanden ist, wurde das feine Pulver der Varietät 1 im Vakuum einer BEUTELL'schen Quecksilberpumpe (dies. Centralbl. 1911. p. 491; Jahresber. Schles. Ges. 1910. p. 1; Chemikerztg. 1910. No. 150) der Destillation unterworfen. Während freies Arsen zwischen 350 und 355° rasch überdestilliert, lieferte das Speiskobaltpulver bei 3½stündigem Erhitzen auf 410° keine Spur von Arsen. Hierdurch ist der Beweis erbracht, daß freies Arsen in unserem Speiskobalt nicht vorhanden ist; es können somit nur Arsenide beigemengt sein.

Im Anschluß hieran wurde versucht, ob sich durch Vakuumdestillation bei verschiedenen Temperaturen Anhaltspunkte für die Existenz der im Speiskobalt vorhandenen Arsenide gewinnen ließen. Durch Vorversuche waren die geeignetsten Destillationstemperaturen festgestellt worden. Nach dem völligen Evakuieren wurde das

Mineralpulver (Varietät 1) in einem Kaliglasröhrchen erhitzt, welches an die Quecksilberpumpe angeschlossen war. Der elektrische Ofen war vor dem Einführen des Röhrchens auf 385° eingestellt worden. Diese Temperatur empfahl sich, weil bei ihr das As_4O_6, welches sich stets an der Oberfläche bildet, leicht abdestilliert, ohne daß auch nur die geringste Zersetzung des Speiskobalts eintritt. Nach 22 Stunden war die Destillation beendigt, und es waren dann 2,23 % As_4O_6 überdestilliert. Nun wurde die Temperatur auf 510° gesteigert; durch täglich wiederholtes Herausnehmen und Wägen des Erhitzungsröhrchens wurden die abdestillierten Arsenmengen bestimmt. Nachdem die Destillation mit Unterbrechungen 186 Stunden bei 510° im Gang gehalten worden war, destillierte kein Arsen mehr ab. Das Pulver hatte dann die Zusammensetzung $As_{0{,}91}Co$, d. h. sehr angenähert AsCo. Eine bessere Übereinstimmung war bei den starken Verunreinigungen des Speiskobalts an Fe, Ni, Sb und S nicht zu erwarten. Eine später zu anderen Zwecken angestellte Destillation bei 600° lieferte für dieselbe Varietät nach 10 Tagen das Verhältnis Co : As = 1 : 1,01 und bei Varietät 3 das Verhältnis Co : As = 1 : 1,05.

Der Ofen wurde jetzt auf 700° einreguliert und die Destillation bei dieser Temperatur noch 146 Stunden fortgesetzt. Als in 20 weiteren Stunden nur noch 1 % Arsen abdestillierte, wurde der Versuch abgebrochen. Die Tabelle 3 enthält eine Zusammenstellung der erzielten Resultate, welche die in Fig. 1 dargestellten Kurven liefern.

Tabelle 3.

Vakuumdestillation der Varietät 1.

Temperatur	Destillat	Einzeldauer Stunden	Gesamtdauer Stunden
385°	2,23 % As_4O_6	22¼	22¼
510	21,74 % As	42	66¼
„	29,90 „	25	91¼
„	35,00 „	21¾	113
„	42,23 „	21	134
„	45,74 „	16¼	150¼
„	51,71 „	22¾	173
„	53,04 „	13	186
700	60,20 „	46½	232½
„	61,52 „	22¼	254¾
„	66,03 „	16	270¾
„	69,15 „	41	311¾
„	70,21 „	20	331¾

Sowohl bei 510° wie bei 700° verlaufen die Destillationskurven kontinuierlich; als einzige Verbindung hebt sich AsCo heraus, das als Rückstand bei 510° und 600° zurückbleibt. Weder bei As_2Co noch bei As_5Co_2 ergeben sich Knickpunkte in den Kurven.

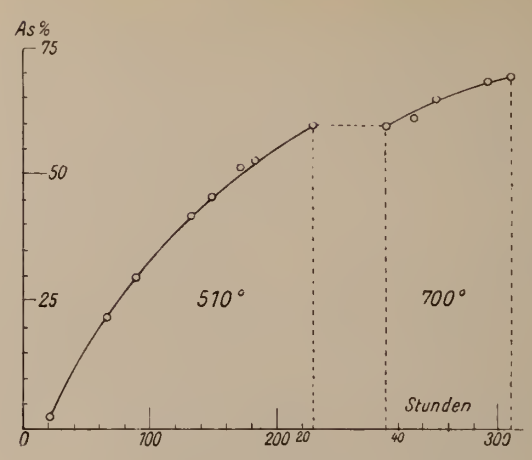


Fig. 1. Destillationskurven von Varietät 1.

Die Existenz der Verbindung AsCo ist durch die Destillation bei 510° und 600° sichergestellt, doch ist damit noch keineswegs bewiesen, daß AsCo bereits von vornherein im Speiskobalt vorhanden war; sicherlich ist der größte Teil des zurückgebliebenen Monarsenides durch Zersetzung höherer Arsenide entstanden.

Die Destillation bei 700° läßt erkennen, daß auch das Monarsenid des Kobalts noch beträchtliche Mengen Arsen abgibt, doch führte die Destillation nicht auf definierte, niedere Arsenide. Es war somit erforderlich, durch Untersuchungen auf rein chemischem Wege die erwünschte Klärung herbeizuführen. Die von uns benutzten chemischen Methoden sind teils analytischer, teils synthetischer Natur.

Oxydation des Speiskobalts durch den Luftsauerstoff.

Zur langsamen Oxydation wurde feines Pulver von Speiskobalt der Varietät 2 in verdünnter Salzsäure entweder an der Luft stehen gelassen oder zur Beschleunigung Luft durchgesaugt. Die Versuche wurden in verschiedenen Stadien abgebrochen, da sich naturgemäß zuerst die leicht zersetzbaren und erst hinterher die schwer zersetzbaren Arsenide herauslösten. Im allgemeinen wurde im Anfang, d. h. nach kurzer Dauer, nur die Lösung analysiert und die Zusammensetzung des Rückstandes berechnet, während am Ende der Versuchsreihe (der längste Versuch hatte 210 Tage in Anspruch genommen) aus praktischen Gründen der Rückstand analysiert wurde. Nur ausnahmsweise wurde zur Kontrolle sowohl die Lösung wie der Rückstand der Analyse unterworfen. Einen Überblick über die erhaltenen analytischen Resultate gibt die Tabelle 4 (p. 368), in der die durch Analyse gefundenen Zahlen mit Sternchen bezeichnet sind.

Betrachtet man zunächst den gelösten Anteil, so ergibt sich, daß zuerst das Atomverhältnis Co : As = 1 : 2,5 auftritt, während sich am Schluß Kobalt und Arsen wie 1 : 3 verhalten. Bezeichnend ist hierbei, daß das zuerst beobachtete Verhältnis von 1 : 2,5 in allen Versuchen von 2 bis 8, d. h. bis zu einer Dauer von 39 Tagen, fast konstant bleibt, und daß erst dann sich ein rasches Ansteigen auf das Verhältnis 1 : 3 bemerkbar macht. Auch dieses tritt nicht erst am Ende auf, sondern es ist schon in dem Versuche 9 zu erkennen, wenn auch hier noch die Beimischung der zuerst gebildeten Lösung mit dem niedrigen Verhältnis stark bemerkbar ist. Da die zuerst in der Lösung auftretenden Kobalt- und Arsenmengen sich wie 1 : 2,5 verhalten, während das angewandte Mineralpulver die Formel $As_{2,86}Co$ besitzt, muß sich naturgemäß das Arsen im Rückstande anreichern. Ebenso selbstverständlich ist es, daß der Arsengehalt im Rückstand wieder abnehmen muß, weil ja zuletzt die Lösung das Verhältnis Co : As = 1 : 3 aufweist.

Nach unseren Versuchsergebnissen tritt in der Lösung zuerst das Arsenid As_5Co_2 und dann As_3Co auf, während im Rückstand schließlich nur As_2Co verbleibt. Auffallend ist die Reihenfolge der Arsenide, weil sich dieselben nicht nach dem Arsengehalt ordnen. Man sollte glauben, daß das höchste Arsenid, d. h. As_3Co das löslichste, und das niedrigste, As_2Co, das unlöslichste sein müßte, doch tritt uns im Gegenteil gerade das mittlere As_5Co_2 zuerst entgegen. In der Tat ordnen sich die von uns im Vakuum ermittelten Zersetzungstemperaturen nach dem Arsengehalt, auch beobachtet man bei der Einwirkung von Salpetersäure, daß das ursprüngliche Speiskobaltpulver $As_{2,82}Co$ viel heftiger angegriffen wird als das übrigbleibende As_2Co.

Es war daher erwünscht, noch eine andere Varietät von Speiskobalt in derselben Weise zu untersuchen, um festzustellen, ob sie ebenfalls auch das Arsenid As_5Co_2 führt. Die Versuche 14 und 15 der Tabelle 4, welche auf Grund dieser Erwägungen mit der Varietät 1 ($As_{2.85}Co$) ausgeführt sind, haben auf etwas abweichende Resultate geführt, denn es hat sich hier das Verhältnis Co : As = 1 : 2,36 und 1 : 2,31 ergeben. Die Existenz des Arsenids As_5Co_2 erscheint hiernach noch nicht sicher, doch ist nach unseren Versuchen das Vorhandensein von As_3Co und As_2Co im Speiskobalt nicht mehr zu bezweifeln.

Oxydation des Löllingits durch den Luftsauerstoff.

Die Untersuchung des Löllingits muß sich logischerweise an die des Speiskobalts anschließen, weil derselbe außer Kobalt- und Nickelarseniden stets auch Eisenarsenide enthält. Besonders bei unseren synthetischen Versuchen, zu welchen wir einen Speiskobalt mit 2.78%

Tabelle 4.

Luftoxydation beim Speiskobalt, Varietät 2: $(As_{2,82}Co)$.

No.	Salzsäure	Wasser	Dauer	in der Lösung					im Rückstand			
				Speiskobalt	Atome		Atomverhältnis		Atome		Atomverhältnis	
	cm³	cm³	Tage	%	Co	As	Co : As	Co : Ni	Co	As	Co : As	Co : Ni
1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3648	1,0309	1 : 2,82	1 : 1,02
2	2	100	5	6,46	0,0264	0,0653	*1 : 2,47	—	0,3384	0,9656	1 : 2.95	—
3	2	100	6	9.57	0,0393	0.0966	*1 : 2,46	—	0,3245	0.9343	1 : 2,94	—
4	4	50	1	11,35	0,0465	0,1148	*1 : 2,47	—	0,3183	0,9161	1 : 2,87	—
5	2	100	22	13,07	0,0526	0,1329	*1 : 2,52	1 : 1,21	0,3122	0,8980	1 : 2,87	1 : 1,00
6	2	100	22	13.13	0,0545	0,1322	*1 : 2,43	—	0,3103	0,8987	1 : 2,93	—
7	2	100	39	20,97	0,0826	0.2146	*1 : 2,59	1 : 1,21	0,2822	0,8163	1 : 2,89	1 : 1,00
8	4	50	4	29,29	0,1156	0,2996	*1 : 2,59	—	0,2492	0,7313	1 : 2,93	—
9	4	100	¾	45,61	0,1582	0,4500	*1 : 2,84	—	0,2066	0,5809	1 : 2,81	—
10	4	50	21	71,69	0,2989	0,8522	1 : 2,85	—	0,0659	0,1787	1 : 2.71	—
11	4	50	30	92,44	0,3348	0,9695	1 : 2,87	—	0,0300	0,0614	*1 : 2.05	—
12	4	50	30	91,89	0,3253	0,9528	1 : 2,92	—	0,0395	0.0781	*1 : 1,97	—
13	4	100	210	93,26	0,3312	0,9837	*1 : 2,97	—	0,0327	0,0645	*1 : 1,97	1 : 0,41
				Luftoxydation beim Speiskobalt, Varietät 1.								
14	4	50	2	25,73	0,1094	0,2572	*1 : 2,36	—	—	—	—	—
15	4	50	2	25,16	0,1083	0,2504	*1 : 2,31	—	—	—	—	—

Eisen benutzten, trat diese Notwendigkeit gebieterisch zutage. Bezüglich der chemischen Zusammensetzung herrschen beim Löllingit ähnliche Verhältnisse wie beim Speiskobalt, insofern die Analysen nur ausnahmsweise auf die ihm zugeschriebene Formel As_2Fe führen. Bei der Berechnung der Analysen verursacht der fast stets auftretende Schwefelgehalt Schwierigkeiten, da man nicht weiß, ob derselbe von mechanisch beigemengtem Magnetkies oder von isomorph beigemengtem Arsenkies herrührt. Wir haben für die bis jetzt bekannten Analysen, welche in HINTZE, Handbuch d. Min., p. 872 und 873, zusammengestellt sind, beide Rechnungen durchgeführt und dann für beide Fälle das Atomverhältnis Fe : As der Löllingite berechnet. Neu hinzugekommen sind nur die beiden Analysen 13 und 17 (N. Jahrb. f. Min. etc. 1911. II. p. 35, und 1913. II. p. 42). Die Tabelle 5 (p. 370 u. 371) enthält sämtliche bekannten Analysen, einschließlich der sogenannten Leukopyrite, geordnet nach fallendem Arsengehalt, wobei diejenigen Arsenwerte zugrunde gelegt sind, welche nach Abzug des Schwefels als Arsenkies ($S_2As_2Fe_2$) erhalten wurden.

Wie die beiden letzten Kolumnen der Tabelle 5 erkennen lassen, wird das Atomverhältnis sehr geändert, je nachdem Arsenkies oder Magnetkies abgezogen wird. Während für den arsenreichsten Löllingit nach Abzug von Arsenkies die Formel $As_{2,08}Fe$, d. h. fast genau As_2Fe erhalten wird, führt die Abrechnung von Magnetkies auf die viel höhere Formel $As_{2,38}Fe$. Auch die 5 folgenden Analysen (2—6) führen bei Abrechnung von S Fe auf höhere Arsenide als As_2Fe. Nach Abzug von Arsenkies hingegen ergibt sich bei der ersten Hälfte der Analyse sehr angenähert die Formel As_2Fe. Welche der beiden Umrechnungen die richtige ist, kann mit Sicherheit erst aus unseren synthetischen Versuchen geschlossen werden, über die wir in einer zweiten Mitteilung berichten wollen. Hier sei nur vorweggenommen, daß sich höhere Arsenide als As_2Fe nicht darstellen ließen; es liegt daher kein Anhalt dafür vor, höhere Arsenide, wie sie sich nach Abzug von Magnetkies berechnen, im Löllingit anzunehmen.

Der in den Löllingit-Analysen auftretende Schwefel ist somit in Form von Arsenkies beigemischt.

Um Einblick in die Zusammensetzung des Löllingits zu erlangen, wurde derselbe Weg beschritten wie beim Speiskobalt. Auch hier wurde das feine Löllingitpulver in Wasser und Salzsäure unter Durchsaugen von Luft oxydiert und nach verschiedenen Zeiten die Lösung oder der Rückstand analysiert. Das zu den Versuchen benutzte Löllingitmaterial stammt von Reichenstein in Schlesien aus der Grube „Reicher Trost". Es stellt ein Durchschnittsmuster des in den dortigen Arsenwerken verarbeiteten Löllingits dar und war von Herrn Direktor Dr. SCHAERFE, dem wir hierdurch zu großem Danke verpflichtet sind, speziell für unsere Zwecke dem üblichen Aufbereitungsverfahren verschiedene

Tabelle 5.

Analysen von Löllingit einschließlich Leukopyrit, nach fallendem Arsengehalt geordnet.

No.	Fundort	Analytiker	% As	% S	% Fe	Beimengung	Summe	Fe : As nach Abzug von	
								$S_2As_2Fe_2$	S Fe
1	Schladmig	WEIDENBUSCH	72,18	0,70	26,48	—	99,36	1 : 2,08	1 : 2,38
2	Brevik	NORDENSKIÖLD	72,17	0,37	27,14	—	99,68	1 : 2,02	1 : 2,33
3	La Loreto	DOMEYKO	71,58	0,87	27,35	—	99,80	1 : 2,01	1 : 2,15
4	Sätersberg	SCHEERER	70,09	1,33	27,39	—	98,81	1 : 1,99	1 : 2,13
5	Drums Farm	GENTH	70,83	0,77	27,93	—	99,53	1 : 1,98	1 : 2,13
6	Carripo	DOMEYKO	70,30	1,10	27,60	0,20 Ag	99,20	1 : 1,98	1 : 2,12
7	Breitenbrunn	BEHNKE	69,85	1,10	27,41	1,05 Bi	99,41	1 : 1,98	1 : 2,08
8	Sätersberg	SCHEERER	70,22	1,28	28,14	—	99,64	1 : 1,95	1 : 2,07
9	Andreasberg	ILLING	70.59	1,65	28,67	—	100,91	1 : 1,94	1 : 2,05
10	Dobschau	NIEDWIEDZKI	70,11	0,81	28,21	—	99,13	1 : 1,92	1 : 2,04
11	Reichenstein	GÜTTLER	67,81	1,97	28,19	1,14 Bergart	99,11	1 : 1,92	1 : 2,04
12	Hüttenberg	WEYDE	67,77	3,18	29.35	—	100	1 : 1,91	1 : 2.04

13	Markirch	Dürrfeld	67,26	3,29	29,45	—	100	1 : 1,91	1 : 2,04
14	Reichenstein	Hoffmann	65,99	1,94	28,06	2,17 Bergart	98,16	1 : 1,88	1 : 2,00
15	Reichenstein	Güttler	66,59	1,93	28,28	2,06 „	98,86	1 : 1,88	1 : 2,00
16	Descubrideoa	Domeyko	66,20	1,10	27,60	5,10 „	100	1 : 1,86	1 : 1,99
17	Tamela.	Eero Mäkinen	71,09	—	28,70	—	99,79	1 : 1,85	1 : 1,99
18	Hüttenberg	Mc Cay	68,87	1,09	29,20	—	99,16	1 : 1,83	1 : 1,96
19	Breitenbrunn	Mc Cay	61,62	6,84	31,20	—	99,66	1 : 1,83	1 : 1,95
20	Breitenbrunn	Mc Cay	61,18	6,63	31,20	—	99,01	1 : 1,83	1 : 1,92
21	Geyer	Behnke	58,94	6,07	32,92	1,37 Sb	99,30	1 : 1,67	1 : 1,88
22	Reichenstein	Meyer	63,14	1,63	30,24	3,55 Bergart	98,56	1 : 1,65	1 : 1,85
23	Reichenstein	Güttler	66,57	1,02	31,08	0,92 „	99,59	1 : 1,65	1 : 1,72
24	Reichenstein	Karsten	65,88	1,77	32,35	—	100	1 : 1,62	1 : 1,70
25	Reichenstein	Weidenbusch	65,61	1,09	31,51	1,04 Bergart	99,25	1 : 1,61	1 : 1,68
26	Reichenstein	Güttler	61,52	0,83	29,83	6,07 „	98,25	1 : 1,58	1 : 1,66
27	Andreasberg	Jordan	55,00	8,35	36,44	0,01 Ag	99,80	1 : 1,53	1 : 1,64
28	Andreasberg	Illing	53,64	7,66	38,70	—	100	1 : 1,38	1 : 1,57
29	Přibram	Broz	63,21	—	35,64	—	98,85	1 : 1,32	1 : 1,32

Male unterworfen worden. Durch die sehr sorgfältige Trennung der Beimengungen auf Grund des spezifischen Gewichtes ist das Material, wie die beiden folgenden Analysen beweisen, außerordentlich rein.

	I	II
Fe	29,05	28,86
As	68,21	68,38
S	1,32	1,32
Unlösl. Rückstand	1,21	1,21
Summe	99.79	99,77

Rechnet man den Schwefel in Arsen um, so ergibt sich als Atomverhältnis:

	I		II
As : Fe =	1 : 1,83	und	1 : 1,85

Hieraus ist zu schließen, daß der Löllingit aus einem Gemenge von As_2Fe mit einem oder mehreren niederen Arseniden besteht.

Die Tabelle 6, welche die zur Klärung der Zusammensetzung unternommenen Oxydationsversuche enthält, gibt einen Überblick über die Hauptergebnisse.

Tabelle 6.

Luftoxydation des Löllingits.

No.	Dauer	cm^3 H_2O	cm^3 ClH	im ganzen gelöst %	in Lösung			im Rückstand		
					Atome Fe	Atome As	Fe : As	Atome Fe	Atome As	Fe : As
1	—	—	—	—	—	—	—	0,953	0,515	1 : 1,85
2	1 Tag	50	5	3,25	0,028	0,022	1 : 0,77	—	—	—
3	1 „	50	5	2,78	0,025	0,018	1 : 0,72	—	—	—
4	13 „	50	5	7,20	0,047	0,061	1 : 1,29	—	—	—
5	13 „	50	5	9,59	0,072	0,074	1 : 1,03		—	—
6	3Mon.	50	6	59,00	0,344	0,529	1 : 1,53	0,190	0,373	1 : 1,96
7	3 „	50	6	62,19	0,370	0,553	1 : 1,49	0,175	0,339	1 : 1,94

In den Versuchen 2 und 3 der Tabelle 6, welche nur einen Tag gedauert hatten, finden wir Eisen und Arsen in dem Verhältnis Fe : As = 1 : 0,74, das sehr annähernd auf die Formel As_3Fe_4 paßt. Ob diese Verbindung wirklich im Löllingit vorhanden ist oder ob Zufallswerte vorliegen, kann, zumal da sich im ganzen nur 3 % vom Löllingit gelöst hatten, erst durch die synthetischen Versuche entschieden werden, die wir in einer zweiten Mitteilung veröffentlichen wollen. Sichere Schlüsse lassen die Versuche 6 und 7 zu, welche 3 Monate in Gang gehalten wurden und bei denen 60 % der angewandten Substanz in Lösung gegangen waren. Wir beobachten hier Eisen und Arsen in der

Lösung im Verhältnis Fe : As = 1 : 1,51, das fast genau der Formel As_3F_2 entspricht. Der in diesen Versuchen unzersetzt gebliebene Rückstand hingegen führt auf das Verhältnis Fe : As = 1 : 1,95; es kommt ihm also die Formel As_2Fe zu.

Es ist daher die Existenz der beiden Arsenide As_3Fe_2 und As_2Fe gesichert, doch erscheint eine Bestätigung durch die Synthese nicht unerwünscht.

Breslau, Mineral. Institut der Universität, Januar 1915.

Tiefengesteine von den Canarischen Inseln.

Von **C. Gagel** in Berlin.

In den Jahren 1862/63 hat K. v. Fritsch sehr eingehende Studien auf den Canarischen Inseln und auf Madeira gemacht und umfangreiche und sehr interessante Sammlungen der dortigen Gesteine mitgebracht. Leider hat v. Fritsch nur die Ergebnisse seiner Untersuchungen auf Tenerife selbst[1] veröffentlicht; der bei weitem größere Teil seiner Sammlungen und Beobachtungen ist unbearbeitet bezw. unveröffentlicht geblieben, und ein sehr wesentlicher Teil seiner Sammlungen schien spurlos verschwunden. Dem Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. Walther in Halle und den Bemühungen seiner Assistenten verdanke ich es nun, daß dieser anscheinend verloren gegangene Teil der v. Fritsch'schen Sammlungen von den Inseln Gomera, Hierro, La Palma und Fuerteventura jetzt doch noch — wenigstens teilweise — wieder aufgefunden und mir zur Bearbeitung zugänglich gemacht ist, und es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Walther hier meinen besten Dank dafür auszusprechen.

Schon die erste flüchtige Durchsicht dieser mir jetzt zum Studium zugänglich gemachten Gesteine ergab, daß auf Gomera, Hierro und, soweit das sehr dürftige vorhandene Material erkennen läßt, auch auf Fuerteventura ganz dieselben Gesteine vorhanden sind wie auf La Palma[2] und Madeira[3], Teneriffa und Gran Canaria. Trachydolerite und Alkalibasalte in ihren verschiedensten Modifikationen, daneben auf Gomera anscheinend in weiter Verbreitung phonolithartige und sehr helle alkalitrachytartige Gesteine, die noch nicht näher untersucht sind, und unter den Ganggesteinen in erheblicher Verbreitung ganz typische Monchiquite. Einen anderen Teil der v. Fritsch'schen Sammlungen von Fuerteventura

[1] Geologische Beschreibung der Insel Tenerife. 1868.

[2] Cohen, Über die sogenannten Hypersthenite von La Palma. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1876. p. 747. — C. Gagel, Die Caldera von La Palma. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdk. Berlin 1908 Heft 3 und 4, und: Das Grundgebirge von La Palma. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1908. p 25.

[3] C. Gagel, Studien über den Aufbau und die Gesteine von Madeira. I und II. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1912 und 1914.

hat schon vor Jahren L. FINCKH bearbeitet und daraus Nordmarkit, Pulaskit, Ackerit, Essexit, Camptonit und Gauteit beschrieben [1].

Was mich an diesen neu aufgefundenen v. FRITSCH'schen Aufsammlungen naturgemäß ganz besonders interessierte, waren die — leider sehr spärlichen — Proben der Tiefengesteine Gomeras, Fuerteventuras und La Palmas, die in jeder Beziehung genau mit den von mir auf Madeira und La Palma gesammelten und durch FINCKH und von mir selbst untersuchten Essexiten und deren verschiedenen Abänderungen übereinstimmen (siehe „Caldera von La Palma" l. c.).

Aber nicht nur die verschiedenartigen Essexite und ihre monzonitähnlichen und basischen Varietäten, sondern auch das ultrabasische Differentiationsprodukt, der Madeirit, ist sowohl auf Gomera wie auf Fuerteventura, wie es scheint nicht selten, vorhanden, und endlich liegt unter den v. FRITSCH'schen Handstücken aus der Caldera von La Palma auch eine schöne Probe eines grobkörnigen, ganz typischen, sehr quarzreichen Alkaligranits, also der ganz saure Gegenpol zu dem Madeirit, vor.

Die Madeirite von Gomera und Fuerteventura entsprechen ziemlich genau dem seinerzeit von mir auf Madeira gefundenen und von dort beschriebenen ultrabasischen, sonderbaren Gestein, das als Randfazies der Essexite dort auftritt [2], aber im Gegensatz zu den Essexiten nicht annähernd gleichkörnig, sondern ziemlich ausgesprochen porphyrisch ausgebildet ist. Auch hier auf Gomera und Fuerteventura sind es schwarze, mittelkörnige bis grobkristalline, z. T. deutlich porphyrische Gesteine, die ganz wesentlich aus großen, protogenen, diopsidartigen Augiten mit sehr stark verschlackten Rändern und aus zahlreichen großen, z. T. stark resorbierten, rundlich zugeschmolzenen Olivinen bestehen, sowie aus sehr reichlichen großen Körnern und unregelmäßigen Klumpen von Magnetit. Dazwischen liegt z. T. eine wesentlich feinerkörnige Füllmasse von Plagioklasen, die an Menge sehr zurücktritt; vereinzelt treten auch einzelne größere, grünliche Plagioklase auf, die z. T. schon mit bloßem Auge bezw. mit der Lupe erkennbar sind. Von dem Madeirenser Madeirit unterscheiden sich diese Gesteine Gomeras durch ihren nicht unbeträchtlichen Gehalt an Biotit und an Alkalihornblenden, die ich in den wenigen Schliffen von Madeira nicht habe nachweisen können.

Der Madeirit vom Barranco de Abajo bei Valle Hermoso auf Gomera enthält, schon mit bloßem Auge erkennbar, tombakbraune Glimmerblättchen, die sich im Schliff als tiefbraune Biotite mit ungewöhnlich schöner Spaltbarkeit und auffallend starkem Pleochroismus erweisen. Das Gestein ist leider stark zersetzt. Im Schliff erweisen sich die zahlreichen großen Olivine größtenteils

[1] L. FINCKH, Tiefen- und Ganggesteine von Fuerteventura. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1908. p. 76—80.

[2] C. GAGEL, Studien etc. I. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1912. p. 380—385, 394—395.

von sehr zahlreichen Rissen und Sprüngen aus mit sehr feinem, dichtem, pechschwarzem Magnetitstaub imprägniert bezw. mit Magnetitkörnchen erfüllt, so daß sie oft ganz trübe und z. T. kaum noch zu erkennen sind, besonders wo sie stark resorbiert und zu rundlichen Körnern abgeschmolzen sind. Vereinzelt treten in dem Schliff kleinere, kristallographisch schön begrenzte, tiefbraune Barkevikite auf, an die sich tiefblauer Arfvedsonit derartig ansetzt, daß die rhombischen Spaltrisse ungestört durch beide Amphibole durchgehen [1]. Außer diesen kristallographisch sehr schön begrenzten Amphibolen treten in dem Schliff noch reichlich sehr auffallende, ganz lang- und feinfaserige Amphibole auf, z. T. derart in Verbindung mit kleinen Resten von Pyroxen, daß mir ihre Entstehung durch molekulare Umlagerung aus diesen, in sie verfließenden, diopsidähnlichen Augiten erwiesen erscheint; z. T. lassen diese faserigen Amphibolaggregate noch die Form des ursprünglichen Augits erkennen.

Diese sehr auffallenden, ganz lang- und feinfaserigen Amphibolaggregate sind z. T. fast farblos, z. T. ganz zart seegrün bis grünlichbläulich gefärbt, z. T. mehr oder minder intensiv braun gefärbt und dann von den Barkevikitkristallen in ihrem optischen Verhalten nicht merklich verschieden; vereinzelt kommen auch intensiv blaugrün bis grünblau (wie der Arfvedsonit) gefärbte Fasern und Faserbündel vor. Die verschieden gefärbten Fasern bezw. Faserbündel dieser Amphibole sind nur selten scharf und deutlich voneinander abgesetzt; meistens gehen die Farben verfließend aus der fast farblosen Hauptmasse hervor, besonders die blaugrüne Farbe ist in einzelnen, länglich linsenförmigen, ausgefaserten Partien innerhalb der fast farblosen Amphibolfaserbündel verteilt; nur an selteneren Stellen wechseln tiefbraune, blaugrüne und fast farblose Fasern bezw. Faserpakete scharf abgesetzt miteinander ab.

Die Mehrzahl der Pyroxene ist aber nicht in Amphibole umgesetzt, sondern — wenn auch mit z. T. stark verschlackten Rändern — in ihrer ursprünglichen Form und Beschaffenheit erhalten und kaum zersetzt; z. T. zeigen sie ganz ausgezeichnet die charakteristischen Spaltrisse. Apatit ist in recht großen Kristallen vorhanden. Außerdem finden sich in dem Gestein einige sonderbare, rundliche, großenteils entglaste, mit zahllosen Mikrolithen erfüllte und z. T. in ein Aggregat minimaler Plagioklase umgewandelte Glaseinschlüsse.

Der Madeirit von Termonoy auf Fuerteventura zeigt dieselbe Struktur und dieselben Mineralien wie der von Gomera: große, z. T. resorbierte Olivine, sehr große farblose, diopsidartige, frische Augite mit z. T. stark verschlackten Rändern, Magnetit (wenig und kleine Körner), Plagioklas, braune und zart seegrüne, sowie z. T. tiefblaugrüne Amphibole und braunen Glimmer; doch sind die

---

[1] Eine ähnliche Verwachsung von brauner Hornblende und Arfvedsonit beschreibt auch L. Finckh l. c. aus den Tiefengesteinen Fuerteventuras.

Amphibole hier niemals faserig und zeigen nicht verfließende Färbung, sondern sind, wenn auch kleine, so doch scharf auskristallisierte, wohl begrenzte Individuen, z. T. mit schön erkennbaren rhombischen Spaltrissen. Einmal fand sich ein Aggregat gesetzmäßig verwachsener, ziemlich großer, brauner und seegrüner Hornblendeprismen vollständig umwachsen von einem sehr großen Diopsid; sonst bilden die Amphibole, Biotite und Plagioklase die feinkörnige Füllmasse zwischen den großen Augiten und Olivinen.

Essexite (im erweiterten Sinne, mit ihren Übergängen zu monzonitartigen Gesteinen) liegen außer in den Belegstücken aus der Caldera von La Palma, wo sie schon durch Rosenbusch[1] und dann nach meinen Aufsammlungen durch L. Finckh[2] bekannt gemacht sind, jetzt auch in einer ganzen Anzahl Typen von Gomera vor.

Es sind alles mittelkörnige bis grobkristalline Gesteine, weiß, schwarz und braun gesprenkelt und je nach dem Vorwalten oder starken Zurücktreten der Feldspäte von dunkler oder heller Gesamtfarbe. Die Feldspäte der — zum großen Teil leider wenig frischen — Gesteine sind z. T. stark polysynthetisch verzwillingte Plagioklase, die meistens sehr schön divergent-strahlig angeordnet sind. Daneben tritt ab und zu Mikroklin mit schöner Gitterstruktur und fast immer Orthoklas in größerer oder geringerer Menge auf — sehr häufig ist deutlicher Schalenbau vorhanden! Die starke Zersetzung — z. T. intensive Epidotisierung — der Alkalifeldspäte macht eine genauere Bestimmung oft unmöglich.

Die Bisilikate sind in den vorliegenden Handstücken im allgemeinen so verteilt, daß die dunkleren, basischen, von Feldspäten ganz vorwiegend Plagioklas enthaltenden Gesteine fast farblose Pyroxene, violette Titanaugite und große, oft rundlich abgeschmolzene Olivine enthalten; nur einmal ist daneben noch sehr wenig Biotit nachgewiesen.

Die helleren, feldspat- und vor allem orthoklasreicheren Handstücke enthalten keine Olivine, sondern neben den diopsidartigen Pyroxenen und seltenen und dann nur schwach violett gefärbten Titanaugiten reichlich braunroten Biotit und braune Hornblende. Nur in wenigen Schliffen sind sowohl Biotite wie Amphibole gleichmäßig nebeneinander vorhanden; meistens ist eines oder das andere sehr stark vorwiegend. Apatite sind immer, Titanite z. T., in sehr großen Kristallen und sehr reichlich vorhanden. Magnetit in großen, unregelmäßigen Klumpen, desgleichen große Ilmenitkörner.

Fast immer sind die Augite entweder mit den Biotiten oder mit den Amphibolen ausgezeichnet granophyrisch verwachsen, derart, daß die zusammenhanglosen Biotit- bezw. Amphibolfetzen auf sehr

[1] Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der Gesteine. II, 1. 1908. p. 160 und 405.

[2] C. Gagel, Caldera von La Palma. p. 237. Grundgebirge von La Palma. p. 29.

große Erstreckung innerhalb der großen Pyroxene einheitlich auslöschen, und in einem Handstück findet sich daneben auch ein sehr großer Biotit, der in gleicher Weise von einheitlich orientierten, zusammenhanglosen Pyroxenfetzen durchsetzt ist.

Auch in diesen Essexiten findet sich — orientiert mit der braunen, barkevikitartigen Hornblende verwachsen — öfter eine zart seegrüne, tiefgrüne bis grünblaue Alkalihornblende, die noch nicht genauer untersucht ist. Die Verwachsung von brauner und grünblauer Hornblende ist oft derart, daß die prismatischen, rhombischen Spaltrisse gleichmäßig durch beide Amphibole durchgehen und daß die grünblaue Hornblende oft winkelig-zackig an den rhombischen Spaltrissen absetzt. Z. T. haben die grünblauen Amphibole merklich geringere Auslöschungsschiefe als die braunen. Ein Teil dieser grünblauen Amphibole ist sicher Arfvedsonit; andere zeigen eine ganz zart seegrüne Farbe, ähnlich wie die vorherbeschriebenen langfaserigen Amphibole im Madeirit von Gomera.

Auch Finckh[1] beschreibt aus entsprechenden Gesteinen Fuerteventuras Verwachsungen von Katophorit mit Arfvedsonit, und ich kann nach Durchsicht der von Finckh untersuchten Schliffe nur bestätigen, daß sich die Amphibole dieser Gesteine Gomeras und Fuerteventuras sehr ähnlich sind bezw. z. T. völlig miteinander übereinstimmen.

Sehr auffallend ist in einem Handstück aus dem Barranco de la Piedra gorda bei Agulo auf Gomera eine sonderbare regelmäßige Verwachsung von Biotittafeln mit annähernd ebenso dicken Platten von Ilmenit, die sich mehrfach wiederholt, und noch dadurch kompliziert ist, daß derartige, aus parallelen Tafeln von Biotit und Ilmenit bestehende Pakete sich unter Winkeln von 60^0 schneiden.

Was die Reihenfolge der Ausscheidungen betrifft, so ist trotz der oft sehr deutlichen divergent-strahligen Anordnung der Feldspäte eine eigentliche Diabasstruktur nicht vorhanden in dem Sinne, daß die Augite nur xenomorph die Zwickel zwischen den Feldspatleisten ausfüllen. Im Gegenteil, es zeigen die Diopside und Titanaugite großenteils fast vollständige idiomorphe Begrenzung ebenso wie die Amphibole, und die Feldspäte füllen eher mit ihren meist divergent-strahligen Leisten und Tafeln die Zwischenräume zwischen den Augiten und Amphibolen aus, senden z. T. allerdings kristallographisch gut begrenzte Enden tief in die großen, sonst idiomorphen Diopside hinein.

Bei einem Handstück aus dem Barranco de Abajo liegen die ungewöhnlich fein polysynthetisch verzwillingten Plagioklase als völlig xenomorphe Füllmasse zwischen den wohl auskristallisierten Diopsiden, Titanaugiten und Amphibolen. In einem anderen, besonders stark zersetzten (epidotisierten) Handstück aus demselben Barranco liegen große, einheitliche, sehr gering lichtbrechende,

[1] L. Finckh, l. c. p. 78.

tafelige Feldspäte, die anscheinend Orthoklase gewesen sind, divergent-strahlig angeordnet, und die dreieckigen Zwickel zwischen diesen Orthoklas(?)tafeln sind durch ebenfalls stark zersetzte, aber noch sehr deutlich fein polysynthetisch verzwillingte Plagioklase ausgefüllt, während an anderen Stellen desselben Schliffes Aggregate stark zersetzter einfacher Zwillinge nach dem Albitgesetz zwischen den Augiten liegen.

Bei einem Gestein aus der Nähe von Tamargada auf Gomera, das besonders schön die vorher beschriebene granophyrische Durchwachsung von Diopsid durch Biotit und von Biotit durch Diopsid zeigt und das anscheinend besonders viel Orthoklas und sehr wenig Plagioklas enthält (leider auch sehr stark zersetzt), sind anscheinend nur die großen Apatite und einige Magnetitkörner idiomorph begrenzt — alles andere stößt mit den sonderbarsten, großenteils welligen und verschlungenen Grenzen aneinander und greift ineinander ein, selbst ein großer Biotit ist von (stark zersetzten) Feldspatfetzen durchwachsen, und zwischen den großen, einheitlichen, aber xenomorph begrenzten Feldspäten mit ganz geringer Lichtbrechung (Orthoklasen?) liegen feinkristalline Aggregate ganz zersetzter Feldspäte und Augite, die von einem großen (ganz zersetzten), einheitlichen Feldspat umwachsen sind. Die Auskristallisierung sämtlicher Bestandteile, abgesehen vom Apatit, muß also bis zum Schluß völlig gleichmäßig erfolgt sein.

Es ist sehr zu bedauern, daß die starke Zersetzung der vorliegenden Handstücke der Tiefengesteine Gomeras eine genauere Bestimmung so sehr erschwert bezw. vielfach fast unmöglich macht. Diese intensive Zersetzung der nach v. Fritsch in den hohen Seeklippen und in den tief eingeschnittenen Barrancos im NO von Gomera zwischen Hermigua und Tazo bis zu 700 m Meereshöhe auftretenden grobkristallinen Gesteine ist sicher mit ein wesentlicher Grund dafür gewesen, daß K. v. Fritsch diese grobkristallinen Gesteine als das alte Grundgebirge der Insel aufgefaßt hat. Leider hat v. Fritsch über diese immer noch fast unbekannte und deshalb interessanteste der Canaren gerade die allerdürftigsten Notizen gegeben, und sein Tagebuch von Gomera scheint verloren gegangen zu sein, so daß man nur auf die Etikettennotizen angewiesen ist und sich keinerlei begründete Vorstellung über die Verbands- und Lagerungsverhältnisse dieser Tiefengesteine dort machen kann. Ich hoffe, nach Beendigung des Krieges mit Hilfe eines mir von der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften bewilligten Reisestipendiums die Frage nach dem Alter und den Lagerungsverhältnissen der Tiefengesteine Gomeras ihrer Lösung näher zu bringen und möchte daher diese Angaben nur als vorläufige Mitteilung aufgefaßt wissen.

Außerdem liegt mir von Fuerteventura noch ein Handstück von Nordmarkit vor, das im ganzen Aufbau, in der Art der Feldspäte und des eigentümlich schmutzig-braunen Glimmers genau

übereinstimmt mit den seinerzeit von FINCKH[1] beschriebenen Nordmarkiten Fuerteventuras. Nach den Ortsnamen und den laufenden Handstücksnummern müssen nun aber die von FINCKH beschriebenen Nordmarkite und Essexite auf das engste zusammengehören mit dem oben beschriebenen Madeirit und mit einigen deutlich kontaktmetamorphen Sedimentgesteinen sandig-kalkiger Natur, die Herr Prof. ERDMANNSDÖRFFER die Güte hatte, auf ihre Kontaktveränderungen zu untersuchen. Es sind sehr dunkle und grünliche, harte, splitterige, deutlich geschichtete und gebänderte Gesteine, aus kalkig-sandigen und tonschieferartigen Lagen bestehend. Die Schliffe sind sehr trübe und undeutlich; Herr Prof. Dr. ERDMANNSDÖRFFER konnte darin Neubildungen von Diopsid und Epidot nachweisen, soweit die Sedimente kalkhaltig sind; in den Tonschieferlagen, die reich an sericitischem Glimmer sind, sind sichere Kontaktwirkungen aber nicht erkennbar. Z. T. sind schmale Adern des panidiomorph-körnigen, feldspatreichen Eruptivgesteins zwischen diese harten Sedimente eingedrungen; ein Handstück ist direkt über den Kontakt geschlagen.

Über das Alter dieser kontaktmetamorphen Sedimente läßt sich daraus naturgemäß nichts ableiten: nach v. FRITSCH kommen im Kontakt mit den Tiefengesteinen auf Fuerteventura außer Tonschiefern auch noch Kalke vor, und ein Belegstück dieser Kalke aus der v. FRITSCH'schen Sammlung, das ich vor Jahren gesehen habe, enthielt Bruchstücke schlecht erhaltener Bivalven, die aber nach ihrer Form und Beschaffenheit nichts anderes als Ostreen sein konnten, woraus immerhin ein mindestens postjurassisches Alter der die Sedimente metamorphosierenden Tiefengesteine folgen würde, wenn diese Kalke wirklich in engem stratigraphischen Verband mit den kontaktmetamorphen Tonschiefern etc. stehen: die Notizen v. FRITSCH's sind hierüber leider mehr wie dürftig und besagen nur, daß diese Kalke über „Diabas“ und unter Basalt liegen.

Das eine geht aber aus den v. FRITSCH'schen[2] Handstücken und HARTUNG's Beschreibungen[3] mit Sicherheit hervor, daß auf Fuerteventura eine Serie von Tiefengesteinen auftritt, die ebenso wie auf Madeira und La Palma aus Essexiten in allen möglichen Modifikationen bis herab zu dem ultrabasischen Madeirit einerseits und bis zu Nephelinsyeniten und bisilikatarmen, quarzhaltigen Alkalisyeniten (Nordmarkiten) andererseits besteht, und daß diese Tiefengesteine in Form eines Lakkolithen mit glockenartigen,

---

[1] L. FINCKH, l. c. p. 78.

[2] v. FRITSCH, Reisebilder von den Canarischen Inseln. PETERMANN's Mitt. Ergänzungsband. 1867/68. p. 31.

[3] HARTUNG, Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuerteventura. Neue Denkschr. d. Allg. Schweiz. Ges. f. d. ges. Naturw. Zürich 1857. — C. GAGEL, Die mittelatlantischen Vulkaninseln. Handbuch d. regionalen Geologie. 7. 10. p. 16.

uhrglasförmig schaligen Absonderungsflächen auftreten, die unter 30—40° nach außen fallen.

Zeichnen sich die vorliegenden Tiefengesteine Gomeras alle durch erhebliche bezw. sehr starke Zersetzung aus, so befindet sich im Gegensatz dazu zwischen den v. Fritsch'schen Aufsammlungen aus der Caldera von La Palma, die mir erst jetzt zugänglich wurden, unter anderen schon beschriebenen Tiefengesteinen (Essexiten, Pyroxeniten etc.) auch ein ganz helles, ziemlich frisches, eugranitisches, grobkörniges Gestein mit sehr reichlichem makroskopischem Quarz und sehr zurücktretenden, putzenförmig verteilten, gefärbten Gemengteilen, von denen mit der Lupe Biotit und Amphibol erkennbar sind. Das Gestein ist hellbräunlich bezw. fleischfarbig und bildet nach der Etikette im „Barranco quero del Agua" (Barr. de las Angustias) „große nesterförmige Lager". Ich kenne die Lokalität trotz 14tägigen Aufenthalts in der Caldera nicht und kann mich auch nicht entsinnen, den Namen irgendwo gelesen zu haben — es muß eines der Stammtäler des großen Barranco sein, die jeder Führer in der Caldera, also auch jeder Forschungsreisende, der dort war, anders bezeichnet.

Ich habe seinerzeit diese Täler fast alle durchwandert und daselbst die Tiefengesteine in der mannigfachsten Form als ziemliche Stöcke, als mächtige oder schmälere Gänge und Lagergänge und als dicke, kaum über die Bachsohle emporragende Kuppen beobachtet, und wenn ein solcher schiefstehender Gang, Lagergang oder eine Seitenapophyse eines größeren Stockes seitlich durch die Erosion angeschnitten wird, so ergibt sich sofort das Bild eines großen „nesterartigen Lagers".

Eines ist nach meiner persönlichen Kenntnis der Verhältnisse in der Caldera als völlig erwiesen anzusehen, daß dieses große, nesterartige Lager von ziemlich frischem Granit jedenfalls nicht zum alten Grundgebirge der Insel gehört, sondern eine Differentiation des jungvulkanischen Magmas ist, das die junge Deckformation der Insel gebildet hat und deren zugehörige Tiefenfazies in Form von massenhaften frischen Essexiten, Nephelinsyeniten, Monzoniten und Pyroxeniten in der Tiefe der Caldera auftritt. Denn dieser Granit ist ziemlich frisch und weist auch mikroskopisch keinerlei mechanische Zertrümmerung auf im Gegensatz zu den ganz und gar unfrischen, meistens stark chloritisierten, epidotisierten und oft innerlich gequetschten und deformierten Gesteinen des alten Grundgebirges [1].

U. d. M. zeigen die Schliffe massenhaft Quarz und Orthoklas z. T. in schriftgranitischer Verwachsung, ferner Albit in größeren Individuen und in mikroperthitischer Verwachsung mit Orthoklas und z. T. auch mit Mikroklin. Polysynthetisch aufgebaute Kalknatronfeldspäte sind in den Schliffen nicht zu finden.

[1] C. Gagel, Die Caldera von La Palma. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1908. p. 236—238; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1908. p. 28.

Als gefärbte Gemengteile treten auf ein eigentümlich schmutzigbraun gefärbter Biotit und eine hellblaugrüne bis seegrüne Hornblende, die beim Drehen olivfarbig bis fast farblos wird, z. T. in größeren und verzwillingten Kristallen. Ferner ist recht reichlich Titanit, Apatit, etwas Magnetit und Zirkon in einzelnen kurzen Säulen und Querschnitten vorhanden. Der Quarz tritt sowohl in großen einheitlichen Körnern auf als in Form kleinkörniger Aggregate, zwischen deren Körnern kleine Orthoklaskörner eingesprengt sind. Es ist somit ein ganz typischer, natronreicher Alkaligranit.

Die Analyse dieses Gesteins ergab folgendes Resultat (I):

	I	II	III	IV	VI	V
SiO_2	68,54	48,85	44.50	40,80	68,79	40,22
TiO_2	0,13	2,30	1,72	3,44	—	nicht best.
ZrO_2	0,11	—	—	—	—	—
Al_2O_3	15,96	16,53	13,23	14,77	16,83	14,41
Fe_2O_3	1,33	5,85	4,11	7,91	1,54	17,42
FeO	1,63	5,68	7,76	7,33	0,61	2,36
MnO	Spur	Spur	Spur	Spur	—	—
CaO	0.65	6.51	11,20	11,63	0,51	11,53
MgO	0.24	2,95	13,19	5.09	0,24	7,92
K_2O	4.90	2,91	0,74	2,14	3.71	1,90
Na_2O	6.25	5,49	1,69	4,38	6.65	3,94
H_2O	0.42	1,48	1,36	1,05	0,99	—
S	0,07	0,21	0,10	0,18	0,05	—
P_2O_5	0,13	0,83	0.22	0.88	0,10	—
	100,36	99,83	100,18	99,65	100,02	99,70
Spez. Gew.	2,632	2,786	3,072	3,065	2,558	—
Analytiker	Klüss	Eyme	Eyme	Eyme	Klüss	v. Werveke

Osann'sche Konstanten des Granits aus der Caldera: I.

S = 75,67	a = 14,6
A = 10,09	c = 0,4
C = 0,25	f = 5,0
F = 3,49	n = 6,6

Die daneben gestellten Analysen II, III, IV, V sind die der essexitartigen und pyroxenitischen Tiefengesteine und des Limburgits aus der Caldera von La Palma [1], die also aus demselben Magma differenziert sind; die Analyse VI ist die des Quarzbostonits von Porto Santo (Madeira) [2] als des nächstgelegenen, ebenso sauren Differentiationsproduktes eines essexitischen Magmas.

[1] C. Gagel, Studien etc. I. 1912. p. 399 und 428.

[2] C. Gagel, Studien etc. II. 1914. p. 468.

Die theoretische Bedeutung dieses Fundes ausführlicher zu erörtern, erübrigt sich m. E. — sie ist zu offensichtlich! Es mag nur nochmals hervorgehoben werden, was ich in meinen oben zitierten Arbeiten über die Caldera ausführlich begründet habe, daß La Palma ein völlig einheitliches Vulkangebiet ist — sowohl das alte Grundgebirge wie das junge Deckgebirge bestehen ausschließlich aus trachydoleritischen bezw. alkalibasaltischen und ganz verschwindenden phonolithischen Gesteinen nebst den zugehörigen camptonitischen Ganggesteinen und essexitischen Tiefengesteinen. Es ist trotz der zahlreichen, grandiosen, bis > 1800 m tiefen Aufschlüsse nirgends die Spur eines sedimentären, quarzreichen Gesteins bekannt geworden, das etwa durch Einschmelzen in das essexitische Magma hätte aufgehen und dieses verändern können. Offenbar ist dieses essexitische Magma mit rund 50 % SiO_2 von Natur aus aufs äußerste spaltungsfähig, und ebenso wie es nach dem basischen Pol zu sich zu pyroxenitischen Gesteinen mit nur 40,8 % SiO_2 differenziert[1] und Pikrite produziert hat[2], ebenso hat es nach dem andern Pol zu Nephelinsyenite und nun auch noch den sehr sauren Natrongranit abgespalten.

Auf dem in gleicher Weise völlig einheitlich aufgebauten Madeira, das ebenfalls in ganz überwiegender Weise aus Trachydoleriten und Alkalibasalten besteht, haben sich neben den Essexiten und nephelin- bezw. sodalith-syenitischen Varietäten einerseits der ultrabasische Madeirit mit nur 40 % SiO_2 und andererseits Quarzbostonite mit rund 69 % SiO_2[3] abgespalten. Der Granit aus der Caldera ist also ebenso kieselsäurereich und noch alkalireicher als die Quarzbostonite Madeiras.

Sehr auffällig ist dabei nur, daß La Palma, soweit bisher bekannt, in noch weit höherem Grade als Madeira an Effusivgesteinen fast nur basische bezw. stark basische Laven geliefert hat: Trachydolerite, Hauyntephrite, Limburgite, Alkalibasalte[4], und an Ganggesteinen Camptonite und Kalkbostonite, während die auf den anderen Canaren weit verbreiteten Phonolithe und Alkalitrachyte dort anscheinend fast ganz fehlen[5]; die saureren Differentiationsprodukte des La Palma-Magmas scheinen also nur in geringen Mengen aufgetreten und in der Tiefe stecken geblieben zu sein (etwa 1800 m unter der jetzigen Oberfläche!).

[1] C. Gagel, Studien etc. I. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1912. p. 399; Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1908. p. 236—238.

[2] Caldera von La Palma. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1908. p. 237.

[3] C. Gagel, Studien etc. II. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1914. p. 468; I. 1912. p. 451.

[4] van Werveke, Beitrag zur Kenntnis der Limburgite. N. Jahrb. f. Min. etc. 1874. p. 481; Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1908. p. 228—232.

[5] Sauer, Untersuchungen über Phonolithe der Canarischen Inseln. Halle 1876.

Auswürflinge.

Außer den an Ort und Stelle im stratigraphischen Verband anstehend gefundenen Tiefengesteinen liegen in den v. FRITSCH-schen Aufsammlungen auch noch einige körnige Auswürflinge vor, die ihrer Struktur und ihrem Mineralbestand nach durchaus der Tiefenfazies der canarischen Magmen entsprechen und deshalb hier auch besprochen sein mögen.

Ein sehr charakteristischer derartiger Auswürfling liegt vor aus den roten Schlacken vom Pico de los Muchachos, dem höchsten Punkte La Palmas, der, am Rande der Caldera gelegen, nach den Schilderungen von LYELL, REISS und v. FRITSCH offenbar einen ehemaligen Eruptionsschlot bezeichnet[1], von dem das Vorkommen loser „Hypersthenit“blöcke schon mehrfach angegeben wird. Es ist ein sehr mürbes, rötlichweiß gefleckte, zuckerkörniges Gestein, das bei flüchtiger Betrachtung mehr den Anschein eines mürben Arkosesandsteins als eines Tiefengesteins macht. U. d. M. erweist es sich als ein richtungslos-körniges Gemenge von kleinen und etwas größeren Alkalifeldspäten und sehr fein polysynthetisch verzwillingten Plagioklasen, von grünlich-gelblichen und grünlichen Pyroxenen, von viel dunkelolivfarbigen bis schwarzbraunen, auffallend stark pleochroitischen Amphibolen, die ungewöhnlich schöne prismatische Spaltbarkeit mit dem charakteristischen Winkel zeigen. Die Alkalifeldspäte sind noch nicht genauer untersucht; zum erheblichen Teil scheinen es nach der geringen Lichtbrechung und der wolkig-fleckigen Auslöschung ziemlich natronhaltige Orthoklase zu sein; sie zeigen z. T. recht deutlichen Schalenbau. Viel Apatit, etwas Magnetit und Titanit sind als Übergemengteile vorhanden. Die Feldspäte greifen z. T. mit sonderbaren, wellig gebogenen Grenzen ineinander; das Gestein ist frisch bis auf einige kleine, trübe, unregelmäßig begrenzte, z. T. stark mit Magnetitstaub imprägnierte, bräunliche bis tiefgraue Massen einer unbestimmbaren, annähernd isotropen Substanz, die zwischen den Feldspäten bezw. in der Umgebung der Amphibole vorkommen und eine Art Gesteinsglas gewesen zu sein scheinen. Quarz fehlt ganz. Die Feldspäte walten vor den gefärbten Gemengteilen ziemlich vor; das Gestein ist wohl als eine Art Syenit zu bezeichnen und gehört wohl in die Reihe der schon von ROSENBUSCH aus der Caldera bekannt gemachten Monzonite[2].

Ferner liegen derartige Auswürflinge vollkristalliner Gesteine auch von Hierro vor, wo sie zwischen Alto del Mal Paso und der Montaña de Tenerife gefunden sind; von Hierro (Ferro) sind bisher überhaupt keine Tiefengesteine bekannt geworden. Es ist z. T. ganz typischer Essexit mit großen, langleistenförmigen, schön divergent-strahlig angeordneten Plagioklasen, großen farblosen oder

---

[1] Vergl. C. GAGEL. Die Caldera etc., l. c. p. 180 u. 228. Fig. 64.

[2] ROSENBUSCH, Mikroskopische Physiographie der Gesteine. II. p. 169.

schwach violett angehauchten Pyroxenen, die fast alle in Zwillingen nach 100 bezw. mit mehrfachen Zwillingslamellen danach ausgebildet und von zahllosen kleinen Magnetitkörnern durchsetzt sind. Reichlich ist ein tief(schmutzig)graubrauner Biotit vorhanden, selten und nur in kleinen Kristallen eine tiefolivbraune Hornblende mit dem charakteristischen Winkel der Spaltrisse. Große, dicke Apatite und sehr große Magnetitklumpen sind ebenfalls reichlich vorhanden; ganz vereinzelt kleine Titanite. Die Pyroxene sind z. T. fein granophyrisch von Plagioklas durchwachsen. Ganz vereinzelt sind auch einige einfach gebaute, wolkig-fleckig auslöschende Alkalifeldspäte vorhanden, die zwischen den strahligen Plagioklasleisten liegen.

Sehr auffallend ist an einzelnen Pyroxenen ein feines Gitterwerk von sehr feinen, opaken Plättchen, die teils parallel zur prismatischen Spaltbarkeit, teils unter einen Winkel von 60° dazu angeordnet sind und sich auch in den Pyroxenen anderer canarischer Gesteine finden.

Ein anderer derartiger Auswürfling zeigt eine annähernd gleichkörnige Struktur, kurze dicktafelige Plagioklase, erheblich mehr Alkalifeldspat und von Bisilikaten nur farblose Pyroxene, die reichlich mit Magnetitstaub durchsetzt sind. Biotit und Amphibol fehlen völlig, Magnetitkörner sind selten, und Apatit ist nur in winzigen, spärlichen Körnchen vorhanden.

Ein anderer Auswürfling von derselben Stelle endlich zeigt eine ganz ausgesprochen panidiomorph-körnige Struktur und besteht aus gleichmäßig kleinen, isodiametrischen Plagioklasen und kleinen Alkalifeldspäten; dazwischen liegen größere, bräunliche, von zahllosen kleinen Feldspäten durchspickte Augite und reichliche Magnetitkörner. Die Augite sind offenbar sekundär verfärbt und verändert; sie sind z. T. tief rotbraun verfärbt. Andere Bisilikate sind nicht vorhanden. Die Spaltrisse der Pyroxene gehen über größere Erstreckung gleichmäßig durch, trotz der zahllosen eingewachsenen kleinen Plagioklase; die intensive Braunfärbung der Pyroxene geht z. T. offensichtlich von den Spaltrissen aus.

Aus diesen wenigen Auswürflingen abyssischer Gesteine ergibt sich also, daß auch Hierro aus denselben Magmen entstanden ist wie die anderen Canaren.

Dahlem, 27. März 1915.

Personalia.

Gestorben: Dr. **Arthur Bonard**, Professor der Mineralogie und Petrographie, in Lausanne.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Geschlechtsunterschiede bei Dinosauriern.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Mit 2 Textfiguren.

Da in den Kohlenbergwerken von Bernissart nebst *Iguanodon bernissartensis* auch der bloß etwas kleinere *Iguanodon Mantelli* gefunden wurde, sah sich DOLLO schon in 1882 veranlaßt, die Frage zu untersuchen, ob *I. bernissartensis* und *I. Mantelli* nicht bloß die beiden Geschlechter einer *Iguanodon*-Spezies wären. Wegen einer größeren Anzahl von Differenzen bei der einen Spezies sah er sich aber genötigt, dies zu verneinen.

Ein zweites paarweises Vorkommen zweier annähernd gleich großer Dinosaurierspezies derselben Gattung an einer Lokalität haben wir in der Gosau zu verzeichnen, woher durch SEELEY die beiden *Struthiosaurus*- (*Crataeomus*-) Spezies, *Str. lepidophorus* und *Str. Pawlowitschi*, beschrieben wurden, deren Unterschiede besonders im Baue der von SEELEY abgebildeten Scapulae in die Augen springen. Betreffs der Identität von *Struthiosaurus* und *Crataeomus* verweise ich auf meine Arbeit von 1903.

Das dritte Vorkommen zweier annähernd gleich großer Dinosaurierspezies an einer Lokalität konnte ich beim Genus *Rhabdodon* (= *Mochlodon*[1]) im Danien von Szentpéterfalva konstatieren, und dementsprechend kreierte ich in 1899 für die stärkere *Rhabdodon*-(*Mochlodon*-) Form die Spezies „*Mochlodon*“ *robustum*. Später, in 1902 (siehe Literaturverzeichnis), glaubte ich, trotz der Verschiedenheit der Prädentale von *Rhabdodon Suessi* und *Rh. robustum*, dennoch die Bezeichnung *Rh. robustum* fallen lassen zu müssen; heute sehe ich nun aber infolge neuer Funde, daß *Rh. robustum* und

[1] Die generische Identität von *Mochlodon* und *Rhabdodon* gelang es in letzter Zeit, anläßlich eines Besuches in Marseille, wo MATHERON's Originale aufbewahrt werden, zu erkennen.

Rh. Suessi doch verschieden sind, daß *Rh. robustum* sich völlig mit *Rh. priscum* deckt und daß es daher am besten ist, von *Rh. priscum* und *Rh. priscum* var. *Suessi* zu reden.

Mehrere Jahre nach meiner Beschreibung von *Rhabdodon* wies Hooley auf die Größe eines neuentdeckten Exemplares von *Iguanodon Mantelli* und betonte, daß dieses Tier und *I. bernissartensis* bloß einer Spezies angehören. Er hielt *I. Mantelli* für das Weibchen von *I. bernissartensis*. Eines der Resultate meiner neuesten, bereits in Druck befindlichen Untersuchungen über die siebenbürgischen Dinosaurier [1] ist nun die Konstatierung der Tatsache, daß ein Dimorphismus auch bei dem in neuester Zeit mit *Orthomerus* identifizierten Kreidedinosaurier *Telmatosaurus* vorkommt. Als Beleg für diesen Dimorphismus soll vorderhand die Abbildung zweier von Valiora stammender Schwanzwirbelcentra derselben Schwanzregion zweier fast gleich großer *Orthomerus*-Individuen gelten. Die nichtgefurchten Wirbel schreibe ich dem *Orthomerus* (*Telmatosaurus*) *transylvanicus* zu, für die an ihrer Basis gefurchten proponiere ich die Bezeichnung *O. transylvanicus* var. *sulcata*, obzwar freilich bis jetzt nur das feststeht, daß beide von *Orthomerus* stammen und die Zugehörigkeit des Schädels des Typus von „*Telmatosaurus*" zu dem einen oder anderen Reste, ähnlich wie bei *Struthiosaurus*, noch nicht endgültig fixiert werden konnte.

Auch am Tendaguru wurde ein paarweises Vorkommen beim gigantischen *Brachiosaurus* (*B. Brancai* und *B. Fraasi*) nachgewiesen. Wir konstatieren also bei den europäischen und afrikanischen Dinosauriern fünfmal ein paariges Vorkommen gleich großer, angeblich spezifisch verschiedener Dinosaurier, deren Zähne aber stets sozusagen gleich sind, und da nun von Boulenger schon vor Jahren auf die große Verschiedenheit im Baue der Schwanzwirbel des Männchens und Weibchens von *Heloderma* hingewiesen wurde, so glaube ich jetzt, alles zusammenfassend, daß es nicht gewagt ist, auch das mehrfache paarweise Zusammenvorkommen verschiedener annähernd gleich großer Dinosaurierspezies derselben Genera durch geschlechtliche Unterschiede erklären zu wollen. Die Ähnlichkeit des Zahnbaues erklärt sich dann naturgemäß daraus, daß diese Kauorgane durch die Geschlechtsverschiedenheit am wenigsten beeinflußt werden. Die plumperen, größeren Formen, also *Iguanodon bernissartensis*, *Struthiosaurus Pawlovitschi*, *Rhabdodon priscum* und *Orthomerus transylvanicus* können in so einem Falle, nach Analogie mit den lebenden Lacerten, als Weibchen gedeutet werden, wogegen die leichteren, schlankeren Formen, also *Iguanodon Mantelli*,

[1] Dieselben werden im Jahrbuch der k. ungar. geol. Reichsanstalt 1915 erscheinen.

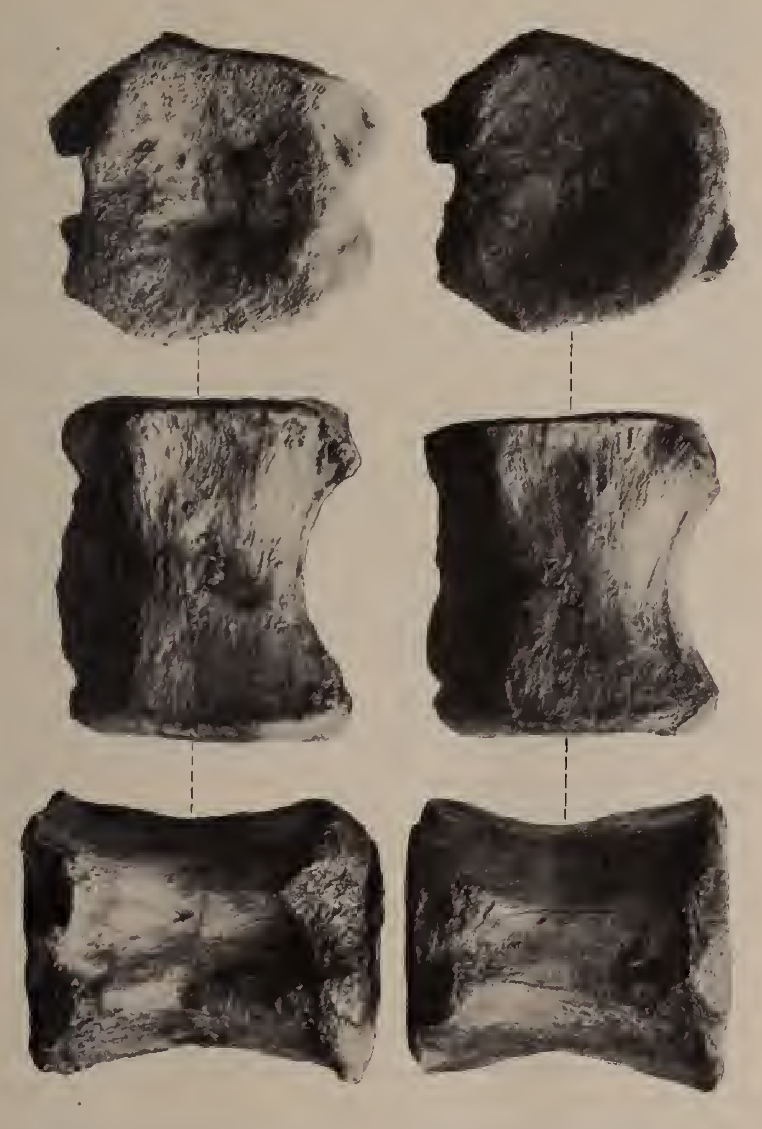


Fig. 1. Schwanzwirbel von *Orthomerus transylvanicus* var. *sulcata* (nat. Größe).

Fig. 2. Schwanzwirbel von *Orthomerus transylvanicus* (nat. Größe).

Struthiosaurus lepidophorus, *Rhabdodon priscum* var. *Suessi* und *Orthomerus transylvanicus* var. *sulcata* die Männchen darstellen würden; da Hooley aber anderer Meinung ist, halte ich es noch nicht für angebracht, die Zeichen ♀ und ♂ zu verwenden.

Jedenfalls wäre es erwünscht, wenn auf Grund dieser in Europa gemachten Beobachtungen die amerikanischen Paläontologen nun daran gingen, ihr reiches Dinosauriermaterial zu revidieren. Namentlich das Verhältnis mancher Trachodontiden, zumal *Saurolophus*, scheint in dieser Hinsicht höchst verdächtig, und ebenso könnte man sich veranlaßt sehen, in dem offenbar bloß Hautkämme oder ähnliche Ornamente und nicht Waffen tragenden „gehörnten“ *Ceratosaurus nasicornis* einen sexuell verzierten Dinosaurier zu erblicken. Daß ein solches, auch die Beckenregion in Betracht ziehendes Studium uns ferner möglicherweise Aufschlüsse über die noch immer ungelöste Frage der Viviparität oder Oviparität der Dinosaurier geben könnte, dies sei hier nur nebenbei erwähnt.

Literatur:

B. Brown, The cretaceous Ojo Alamo Beds of New Mexico with a description of the new Dinosaur Genus *Kritosaurus*. Bull. Amer. Mus. nat. hist. 1910.

— A crested Dinosaur of the Edmonton cretaceous (*Saurolophus*). Bull. Amer. Mus. nat. hist. New York 1912.

— The Skeleton of *Saurolophus*. Bull. Amer. Mus. nat. hist. New York 1913.

— A new Trachodont Dinosaur *Hypacrosaurus* from the Edmonton cretaceous. Bull. Amer. Mus. nat. hist. New York 1913.

Dollo, Première note sur les Dinosauriens de Bernissart. Bull. Musée royale d'hist. nat. Bruxelles 1882.

Hooley, On the discovery of remains of *Iguanodon Mantelli* in the Wealden beds of Brighton Bay. Geol. Magaz. London 1912.

W. Janensch, Übersicht über die Wirbeltierfauna der Tendaguru-Schichten etc. Archiv f. Biontologie. Berlin 1914.

Matheron, Notice sur les reptiles fossiles. Mém. Acad. Imper. des Sc. et belles lettres. Marseille 1869.

Marsh, Dinosaurs of North America. Bull. U. S. geol. Survey. 1895.

Nopcsa, Dinosaurierreste aus Siebenbürgen. I, II und III. Denkschr. Ak. d. Wiss., math.-naturw. Klasse. Wien 1899, 1902 und 1904.

— Notizen über cretacische Dinosaurier. Sitzungsber. Ak. d. Wiss., math.-naturw. Klasse. Wien 1902.

Seeley, Reptile fauna of the Gosau formation. Quart. Journ. geol. Soc. London 1881.

Budapest, März 1915.

Über Eisenlager an der Nordwestküste von Nieder-Kalifornien.

Von Dr. **E. Wittich**, Mexiko D. F.

Mit 2 Textfiguren.

An der Westküste der Halbinsel Nieder-Kalifornien, etwa 80 km südlich von der Stadt Ensenada, unter 31° 15′ n. Br., finden sich große Lager von Eisenerzen, die sich weit ins Innere des Landes hineinziehen; auch weiter nach Süden bis etwa zum 29° 30′ n. Br. treten immer noch Eisenerzgänge in großer Zahl, wenn auch in geringerer Mächtigkeit, auf, denen sich dann auch Kupfererze anschließen. Die mächtigsten dieser Vorkommen sind die oben erwähnten, die nach ihrer Lage am Bach von San Isidro benannt werden; auf diesen Gängen und Lagern ging vor einer Reihe von Jahren für kurze Zeit Bergbau um, und die wenigen Arbeiten aus dieser Periode gewährten uns einige Einblicke in die Natur dieser Erzlagerstätten.

Die Hauptpunkte, an denen vor etlichen Jahren die Minenspekulation mit einigen wenigen Arbeiten begonnen hatte, liegen bei den heute fast verlassenen Ranchos San Isidro, Guadalupe, San Vicente und Webbs House, die alle einige 3 bis 5 km voneinander entfernt sind.

Alle diese hier auftretenden Eisenmassen, die meist aus Hämatit, weniger aus Magnetit und Martit, sehr selten mit etwas Pyrit, bestehen, sind als Thermalquellenabsätze anzusehen. Es scheint, daß der Mittelpunkt dieser Phänomene an der Stelle lag, wo sich heute ein aus Eisenerzen und Kieselmassen aufgebauter Berg, der „Cerro Colorado“, etwa 100 m hoch, erhebt. Dieser Berg liegt ungefähr in der Mitte zwischen den oben erwähnten Ranchos, unmittelbar über dem kleinen Bach von San Isidro. Die nach dem schmalen Bachtale gelegene Seite des Cerro Colorado ist fast senkrecht durchschnitten und dadurch ein Blick in den Berg geöffnet. Auf der anderen Seite des Isidrotales, dem Cerro Colorado gegenüber, setzen sich die Absätze von Kiesel und Eisenerzen noch einige hundert Meter weit fort.

An dem natürlichen Vertikalprofil des Cerro Colorado sieht man, daß der ganze Berg aufgebaut ist im wesentlichen von Kieselsäure, die stark mit Roteisen oder mit Limonit imprägniert ist, daher rot oder gelb aussieht; zuweilen trifft man breitere Bänder oder dicke Schalen und Krusten von Hämatit in den Schichten eingelagert. In den Hohlräumen der wesentlich aus amorpher Kieselsäure bestehenden Gesteine finden sich oft Quarzkristalle

oder auch grobes Quarzpulver oder Sand, zuweilen auch Opalschnüre. Alles deutet darauf hin, daß hier ein ungeheurer, aber auch rascher Absatz von Kieselsäure und Eisen stattgefunden haben muß.

Dieselben Erscheinungen, nur in kleinerem Maßstabe, finden sich wieder am Meeresstrande einige Kilometer vom Cerro Colorado weiter westlich; hier sind diese Ablagerungen teilweise noch aufgeschlossen in der heute verlassenen Eisenmine „El Tepustete". In einem breiten, schrägen Stollen, der teilweise ganz ausgeschachtet ist, so daß die ganze Schichtenfolge zutage liegt, zeigt sich das folgende Profil (Fig. 1):

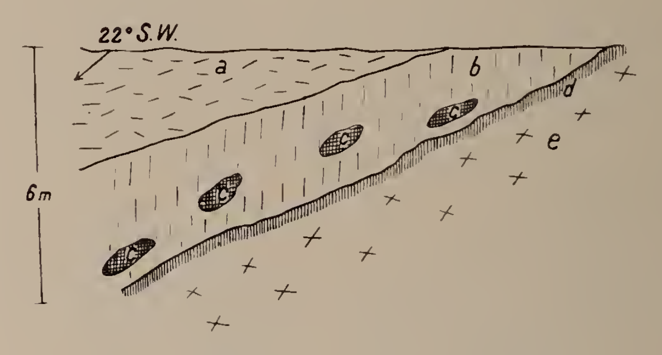


Fig. 1. Mine Tepustete, Rancho San Isidro.

a = Kieselbreccie; *b* = Eisenerzlager; *c* = Manganerzknollen mit Karbonaten; *d* = Amphibolzone; *e* = Diorit.

Unter einer bis zu 2 m mächtigen Lage von amorpher, opalartiger und undeutlich geschichteter Kieselsäure, die nur in dickeren Bänken abgesondert ist, folgt eine etwa 0,5 m mächtige Kieselbreccie. Diese Breccie besteht aus Opal und Chalcedonfragmenten, die durch ein amorphes Kieselzement miteinander verbunden sind. Darunter folgen direkt die Eisenerze, etwa 3,5 m mächtig, und zwar wechselnde Lager und Bänder von dichtem Hämatit, manchmal auch Streifen von Eisenglimmer und zuweilen Limonitzonen. Darin liegen zerstreut große linsenförmige Massen von Braunstein mit Karbonaten, wesentlich Kalkspat und Breunerit, oft mit etwas Chalcedon oder Karneol. Gegen die Sohle des Erzlagers hin finden sich Magnetite und gelegentlich einige Epidote. Mitten in den Manganerzen und Karbonaten findet sich als Einsprengling gelegentlich auch Pyrit, so daß kein Zweifel sein kann, daß diese

Thermalwässer auch etwas H_2S enthalten haben. Eine ganz ähnliche Beobachtung konnte ich früher in der Laguna seca, Cerro San Andrés, Hacienda Jaripeo, Michoacán, machen, wo heute noch die kleinen Kieselgeyser Massen von amorpher Kieselsäure absetzen, in denen Pyrit und Bleiglanz in kleinen Flecken eingesprengt sind.

Unter den obigen Eisenerzen folgt in unserem Profil ein Diorit, dessen Oberseite, die mit den Erzen in unmittelbarem Kontakte steht, in eine grüne, faserige Hornblende umgewandelt ist.

Nahe bei diesem Aufschluß erhebt sich ein breiter und mächtiger Quarzkamm, der etwa 10 m Höhe über der Oberfläche erreicht, bei ebenso beträchtlicher Breite; es ist der Rest eines ehemals wohl viel größeren Gangausgehenden, der von der nahen Brandung zerstört wurde. Das Auffallende an diesem Gestein ist, daß es fast ausschließlich aufgebaut ist aus Geyserit und Stalaktiten, Sinter und konzentrisch-schaligen Nieren, alles aus Quarz oder amorpher Kieselsäure bestehend.

Die Umgebung dieser beiden Stellen ist auf größere Entfernung hin überdeckt mit Geröllen von Kieseln und Eisenerzen, die förmliche Lager bilden (hierzulande „Mantos" genannt); es sind die Reste einer jungen, marinen Denudation.

In der unmittelbaren Nachbarschaft der Kiesel-Eisenmassen wurden in einem alten, heute verfallenen Bau stark zersetzte Schiefer gefördert, in denen große Mengen von hellen Granaten, sowie Epidot, Bustamantit und Kalkspäte auftreten. Diese eigenartige Mineralkombination erweckt sofort den Eindruck einer kontaktmetamorphen Entstehung, eine Auffassung, die durch das Vorkommen von dichten braunen Granatfelsen noch mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Dadurch, daß die alten Schürfe bereits verfallen sind und andererseits eine mächtige Decke von jungmarinem Strandschutt alles überdeckt, war ein genaueres Untersuchen dieser Verhältnisse nicht möglich. Es scheint jedoch, als ob hier neben den Oberflächenerscheinungen der Kiesel- und Eisenthermalen gleichzeitig auch kontaktmetamorphe Vorgänge in größerer Tiefe sich abgespielt hätten. Ganz ähnliche Erscheinungen beschreibt J. G. Aguilera aus der Region der Eisenerze der Sierra Carrizal im Staate Nuevo León, Nordmexiko (J. G. Aguilera, Algunos criaderos de fierro de la República. Bolet. Soc. Geol. Mex. México 1909. 5. p. 75).

Folgt man von dem erwähnten Cerro Colorado aus dem San Isidrobach etwa 4—5 km nach aufwärts, so kommt man in eine weitere Region von Eisenerzgängen und von ausgedehnten Erzmantos, die alle in der Umgebung des Ranchos „Webbs House" gelegen sind. Eine große Anzahl von Grubenfeldern bedecken den ganzen Erzdistrikt, ohne daß es jedoch in irgendeinem Feld zu einer größeren bergbaulichen Tätigkeit gekommen wäre.

Das Erz auf primärer Lagerstätte erweist sich hier als Ausfüllung von Gängen; der bedeutendste derselben an Mächtigkeit und Längserstreckung ist der Gang der Mine Colossus. Er erhebt sich als mächtige Eisenmasse, meist Hämatit und weniger Magnetit, etwa 8 m über die Oberfläche, bei rund 10 m Mächtigkeit, und setzt sich mit flachem Einschießen mehr als 2 km weit fort. Daß sich mit dieser Eisenmasse gleichzeitig auch Kieselsäure abgesetzt hat, beweisen einige kleine Quarzgänge oder Trümer, die hie und da in dem Erze auftreten, ferner finden sich an einigen Stellen, mitten im Eisenerz und ganz umschlossen davon, langgestreckte Quarzkristalle in stängligen Gruppen vereinigt.

Das Liegende des Colossus-Ganges ist wiederum ein Diorit, dessen Oberfläche gleichfalls, wie am Tepustete, in faserige Hornblende verwandelt ist, die an vielen Stellen metasomatisch in faserigen Limonit umgewandelt wurde.

Kleine Erzgänge durchziehen die benachbarten Felder und bilden oft Ausfüllungen in den Spalten der älteren Gesteine. Ein hier auftretender Aplitgang, der die Diorite durchbricht und an mehreren kleinen Verwerfungen staffelartig gebrochen ist, wird ebenfalls an den Bruchstellen von Eisenerz durchsetzt, und oft sind die einzelnen Aplitbruchstücke wieder zusammengekittet durch Hämatit, Magnetit resp. Martit und Brauneisen.

Die schmalen Spalten und Gangausfüllungen von Erzen durchkreuzen oder scharen sich oft, so daß zuweilen unregelmäßige, verzweigte Gangsysteme entstehen, deren im allgemeinen niedrige Ausbisse wiederum Veranlassung geben zur Bildung von großen Mengen von Rollerzen, die die ganzen Abhänge der niederen Berge bedecken.

Bei allen diesen Eisenerzgängen fällt es auf, daß man oft eingesprengten Pyrit, Chalcopyrit oder gelegentlich Malachit beobachtet. Ferner tritt etwa 1 km von Webbs House entfernt ein kleiner Kupfererzgang auf, gleichzeitig mit erheblichen Mengen von Eisenerz, das aber wesentlich nur das Salband bildet, während die in der Nähe desselben vorkommenden Quarz-Eisengänge stets Pyrit und Chalcopyrit, wenn auch in geringer Menge, führen.

Auch in die Nebentäler des San Isidrobaches ziehen sich die Erzgänge hinein, in gleicher Lagerung wie geschildert, jedoch scheint es, als ob mit größerer Entfernung vom Cerro Colorado und dem Isidrotale die Eisenführung der Gänge mehr und mehr abnimmt, der Quarz dementsprechend überwiegt. Es bleiben schließlich nur noch Quarzgänge mit geringem Eisenerzgehalt übrig. Dabei ist an vielen Stellen immer wieder die hydrothermale Herkunft dieser Gänge zu erkennen; am schönsten beim Rancho Guadalupe, etwa 4 km nördlich von Webbs House, wo ein aufgerissener Hügel von

Diorit durch die Wirkung der Thermalwässer völlig zersetzt und gleichzeitig von Quarz und Hämatitadern durchdrungen wurde (Fig. 2).

Weiter nach Süden bis etwa zum 29° n. Br. reichen diese Gangbildungen, doch tritt hier das Eisen mehr und mehr zurück und an seiner Stelle treten Kupfererze, derart, daß schließlich Kupfergänge mit geringem Eisengehalt entstehen. Diese Erzgänge sind zuweilen derart reich an Kupfererzen, daß sie vor Jahren bergmännisch abgebaut wurden, besonders in der Gegend von San Fernando, 30° n. Br.; jetzt sind alle diese Unternehmungen zum Erliegen gekommen.

Wichtigen Aufschluß über die Art und die Zeit dieser Kiesel-Eisen-Imprägnationen bietet die südlich des Isidrotales gelegene Schlucht des Arroyo Salado, der bei der Hacienda San Antonio

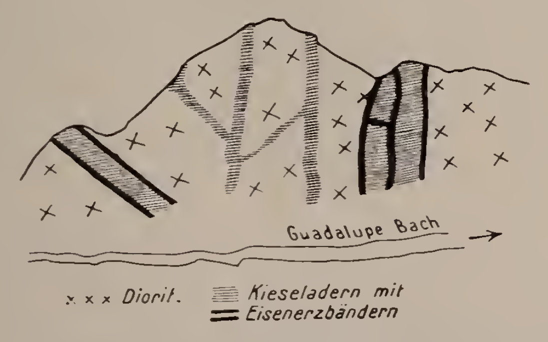


Fig. 2. Schnitt durch eine Dioritanhöhe beim Rancho Guadalupe.

del Mar ins Meer fließt. In dieser sogenannten „Cañada de San Antonio" stehen mächtige Ablagerungen von Andesittuffen (Porphyr) an, denen mehrere Andesitdecken eingelagert sind. Diese Tuffe sind nun häufig durchsetzt von Verkieselungszonen, so daß es oft zur Bildung von großen Kieselknollen oder Bändern gekommen ist, außerdem sind sie vielfach imprägniert mit dichtem Hämatit und Eisenglimmer, die alle Risse und Klüfte des Gesteins erfüllen. Dazu gesellen sich an mehreren Stellen auch Ablagerungen von Kupfererzen, besonders dann, wenn die Quarz-Eisenmassen gangartig auftreten. Derartige Kupfergänge gaben mehrfach Anlaß zu Abbauversuchen, die jedoch bei dem raschen Vertauben nach der Tiefe bald eingestellt wurden.

An einem solchen Aufschluß waren nahe der Oberfläche gute Kupfererze gefördert worden, besonders Chalcopyrit, ferner Cuprit in Pseudomorphosen nach verzerrten Kupferkristallen, sowie Hydrokarbonate von Kupfer; in wenig über 20 m Tiefe war der Gang

völlig verarmt und nur noch ein Kalkspatgang mit wenig Eisenerz und Quarz übrig.

Was das geologische Alter dieser Erzbildungen betrifft, so läßt sich wenigstens die untere Grenze einigermaßen sicher angeben. Da die Erzgänge die jüngeren Injektionsgänge der Granite, die Aplite, durchsetzen, so sind sie jüngeren Alters als diese. Nun haben unsere Studien (E. Böse y E. Wittich, Informe relativo a la exploración de la region norte de la Baja California. México 1913. Parerg. Inst. Geol. 4) in der Region dieser Erzlager, besonders zwischen den kleinen Ansiedelungen von St. Tomas und San Vicente, etwa am 31° 30′ n. Br. über die Zeit der Diorite und Granite folgendes ergeben:

Die Diorite und die auf sie folgenden Granite sind jünger als die Andesite (Porphyre) und deren Tuffe. Die Eruption dieser letzteren fand statt im oberen Cenoman bis in das Turon: die Intrusionen des Diorit-Granitmagmas und ihr Ganggefolge sind in das Turon zu setzen; hierüber folgt in ruhiger Lagerung die senone Kreide, ohne Spuren erheblicher Paroxysmen. Erst im Neogen beginnen wieder derartige Erscheinungen mit der Eruption von Rhyolithen, und es ist wahrscheinlich, daß mit diesen oder als Folgeerscheinung die Kiesel-Eisen- und Kupfergänge entstanden sind.

Die verschiedenen Versuche, die oben beschriebenen Eisenerzlager auszubeuten, wurden von amerikanischen Gesellschaften unternommen. Zahlreiche Analysen sind ausgeführt worden, von denen hier ein Teil wiedergegeben sei:

Mine Hercules (berechnet auf Metall):

Fe	61,84 %
P	0,19
SiO_2	6,2
Mn	0,31
S	0,049
Wasser und Feuchtigkeit	4,30
Al	0,72

Spuren von Mg und Ca.

Mine Colossus (im Mittel):

Fe	59,85 %
SiO_2	8,57
P	2,00
Cu	0,51
S	0,74
Wasser	2,8

Dazu Mn, Ca und Al.

Der höchste Prozentsatz einer Analyse an Eisen war 65,25, der geringste 56,65; der Gehalt an SiO_2 schwankte zwischen 2,38 und 13,91 %.

Der Erzvorrat der Region von San Isidro dürfte sich auf fast 5 000 000 Tonnen belaufen, doch ist die Zerstücklung des Grubenbesitzes, aber auch ebenso die Umständlichkeit der Transportverhältnisse einem geregelten Abbau im großen Maßstabe hinderlich. Der absolute Mangel an Kohlen würde natürlich einen Transport des Erzes bis zur Stelle der Verhüttung bedingen.

Anhangsweise soll hier noch erwähnt werden, daß ganz ähnliche Kiesel- und Hämatitimprägnationen, wie sie vom Arroyo Salado bei San Antonio del Mar erwähnt wurden, sich auch in den Andesiten von Manzanillo (Hafen im Staate Colima) unmittelbar an der Küste anstehen. Nördlich von Manzanillo schließen sich dann große Eisenlager an, die bis in den Staat Jalisco sich hineinziehen. Eine ähnliche Entstehung, wie die der oben behandelten Vorkommen, ist auch für diese Bildungen wahrscheinlich.

Über das Auftreten eines Eruptivgesteines in der Polonina Rohonieska in den Czarnohora-Karpathen.

Von **M. Goldschlag** in Wien.

Unsere bisherigen Kenntnisse über den Aufbau der südlich von Pietros und Szesa gelegenen Karpathen beruhen hauptsächlich auf der ungarischen geologischen Karte von Th. Posewitz (Blatt Bogdan 1889) und der von Hugon Zapalowicz, die seiner grundlegenden Monographie der Pokutisch-Marmaroscher Karpathen beigefügt ist.

Die ältesten Mitteilungen stammen von F. Beudant[1]. Auf seiner Karte „Carte géologiques de la Hongrie et de la Transylvanie avec une partie des pays limitrophes" ist das um die Weiße Theiß gelegene Gebiet als „grés houiller" bezeichnet. Das östlich und südwestlich, zwischen der Weißen Theiß und der Ruszkowa, angrenzende Gebiet wird nach dieser Karte von Grauwacke

[1] F. Beudant. Voyage minéralogique et géologique. en Hongrie pendant l'année 1818. 4. Atlas. Paris 1822.

aufgebaut. Im Jahre 1833 beschäftigt sich mit unseren Karpathen A. Boué [1], der in die Beudant'schen Begriffe insofern eine Änderung herbeiführt, als er den karpathischen Sandstein als cretacisch bestimmt.

Genauere Angaben fangen erst mit der Zeit an, in der F. v. Hauer und F. v. Richthofen [2] in diesem Gebiet zu arbeiten anfingen. Viel Aufmerksamkeit schenken sie dem Profil Bogdan (Ort)—Pietros. Die große Monotonie dieses Landstriches wird durch die Entdeckung des Melaphyrs und jurassischer Kalke verringert. Die allgemein bekannten Studien von E. Tietze und C. Paul [3] können als Fortsetzung dieser Studien gelten. H. Zapalowicz [4] beschreibt die Polonina Rohonieska ganz kurz. In der Beschreibung des Profils des oberen Bogdan erwähnt er nur obercretacische Sandsteine und untercretacische Hieroglyphenschichten. Sie treten unterhalb der Mündung des der Polonina Rohonieska entströmenden Baches auf. Im oberen Tale des Bogdan sah er nur Sedimentgesteine. Eruptivgesteine (Melaphyr) beobachtete er in der Polonina Harmanieska (l. c. p. 577) und in der Klauzura Lopuszanki. Posewitz [5] reiht an diese Aufschlüsse noch zwei an der Ostseite des Pietros an. Es tritt hier Melaphyr mit jurassischen Kalken auf. Es ist ein porphyrisches Gestein mit Mandelbildung. Im Tale des oberen Bogdan [6] beobachtete er, analog wie Zapalowicz, nur Kreidesandsteine mit Einlagerungen von Schiefern und Konglomeraten.

Im Juni und Juli vorigen Jahres besuchte ich mit Prof. Dr. A. Pawlowski die Czarnohora-Karpathen und die Polonina Rohonieska. Der neu gebaute gute Weg lieferte an manchen Stellen sehr gute Aufschlüsse, so daß sich hier für geologisch-petrographische Aufnahmen ein weites Feld eröffnet. Prof. Pawlowski lenkte meine Aufmerksamkeit auf einen Aufschluß am Wege in

[1] A. Boué, Coup d'oeil d'ensemble sur les Carpathes le Marmarosch, la Transylvanie. Mem. de la Soc. geol. de France. **1.** 1833. 1834. (Zit. nach Posewitz.)

[2] F. v. Hauer und F. v. Richthofen, Bericht über die geologische Übersichtsaufnahme im nordöstlichen Ungarn. Jahrb. d. k. geol. Reichsanst. **10.** Wien 1859.

[3] C. M. Paul und E. Tietze, Studien in der Sandsteinzone der Karpathen. Jahrb. d. k. geol. Reichsanst. **27.** p. 66—95.

[4] H. Zapalowicz, Eine geologische Skizze des östlichen Teiles der Pokutisch-Marmaroscher Grenzkarpathen. Jahrb. d. k. geol. Reichsanst. **36.** p. 361—594.

[5] Th. Posewitz, Bericht über die geologische Detailaufnahme im Jahre 1887. Jahrb. d. k. ungar. geol. Anst. 1887. p. 114—123.

[6] Th. Posewitz, Das Gebiet der Schwarzen Theiß. Bericht über die geologischen Detailaufnahmen im Jahre 1888. Ibid. p. 72—85.

der Polonina Rohonieska, am Südabhange des Bergrückens, oberhalb der Milchmeierei. Das Gestein zerfällt konzentrisch-schalig. Die Schalen zerfallen für sich in parallelepipedische Blöckchen. Im frischen Zustande ist das Gestein hell- bis dunkelgrün gefärbt, verwitternd nimmt es eine erdige Farbe an und weist schmutziggrüne Flecken auf. Das folgende Profil soll das Auftreten des Gesteins näher erklären: Der Bergrücken, der sich an der östlichen Seite der Polonina hinzieht, zeigt zwei Erniedrigungen auf. An der ersten nördlicher gelegenen Erniedrigung ist ein mittelkörniges Konglomerat entblößt, an der zweiten tritt Sandstein auf. An den Sandstein stößt das Eruptivum an. Die Kontaktstelle fällt mehr weniger mit dem Rand der zweiten Erniedrigung zusammen und ist am nördlichen Abhange des Rückens gut sichtbar. Äußerliche Kontakterscheinungen fehlen. Die Grenzlinie ist gerade, die Sandsteinschichten ungestört. Das Eruptivgestein bildet einen massiven Hügel, der auch von der Seite der Polonina Harmanieska entblößt ist. Weiter unten (etwa 30 m) tritt das Gestein nochmals auf und liefert Blöcke am Talboden.

Die vorläufige mikroskopische Untersuchung des Gesteins ergab dessen Zugehörigkeit zur Diabas-Melaphyr-Basaltfamilie. Die nähere Zuordnung wird sich vielleicht nach Untersuchung des Konglomerats bestimmen lassen. Die Struktur des Gesteins ist weder porphyrisch noch mandelsteinartig, sondern eine äußert feinkörnige. Das frische Gestein führt in einer reich vorhandenen Glasbasis Feldspatkriställchen und sehr wenig sekundäre chloritisch-serpentinöse Substanzen. Im verwitterten Gestein sind die letzteren in größerer Menge vertreten und es gesellt sich ihnen noch Calcit hinzu.

Die Publikation der mikroskopischen Untersuchung wird später erfolgen.

Zur Frage der Verbiegung des Leba-Rheda-Urstromtales.

Von **P. Sonntag** in Danzig.

Mit 1 Kartenskizze.

In dies. Centralbl. 1914, p. 464 ff., wird von E. Wunderlich das Leba-Rheda-Urstromtal mit der von Keilhack angegebenen Verbiegung einer kritischen Betrachtung unterzogen. Auf Grund exakten Kartenstudiums allein schon kommt Wunderlich zu dem Resultat, daß die heutige Wasserscheide (bei Gr.-Boschpol) ihre Entstehung der Akkumulation der Leba verdankt, die hier bei Louisental von Süden her in das O—W verlaufende Urstromtal eintritt und einen mächtigen Schuttkegel ausbreitete. Die Leba floß in postglazialer Zeit bald nach Osten zur Danziger Bucht, bald nach Westen zur pommerischen Küste.

Die Rheda entspringt auf dem Leba-Schuttkegel, ein Teil des Lebawassers geht also auch heute noch als „Rheda" nach Osten in die Danziger Bucht, und „Leba" und „Rheda" sind nichts anderes als die durch Schuttkegelbildung veranlaßte Bifurkation eines und desselben Flusses. Eine Verbiegung von 50 m (Höhe der Wasserscheide über dem Meeresspiegel, welcher von dem Urstromtal im O sowohl wie im W erreicht wird) ist ausgeschlossen, die Aufschüttung der Leba beträgt nach W 15 m; es könnte also nur eine Verbiegung von 30—35 m in Betracht kommen.

Aber auch eine Verbiegung in diesem verminderten Maße ist zweifelhaft. Wunderlich stellt für die Erklärung des Talgefälles nach beiden Seiten hin drei Möglichkeiten zur Diskussion, über welche Untersuchungen an Ort und Stelle entscheiden müssen. Wir kommen weiter auf diese drei Annahmen zurück.

Da ich die Situation der fraglichen Wasserscheide im verflossenen Sommer durch Begehung des Terrains kennen lernte, und zwar ohne von der mir erst jetzt bekannt gewordenen Untersuchung Wunderlich's Kenntnis zu haben, so möge es mir gestattet sein, hier einige Bemerkungen zu machen.

Im allgemeinen stimme ich der Ansicht Wunderlich's unbedingt zu, soweit es sich um die Schuttkegelbildung und seine Folgen handelt. Dort, wo die Leba zwischen Paraschin und Louisental in das Urstromtal eintritt, ist eine tiefgelegene alluviale Terrasse leicht von einer höher gelegenen kiesigen älteren zu unterscheiden. Auf letzterer liegen die Insthäuser von Paraschin und das Gut selbst noch im eigentlichen Lebatal. Am Westufer

kann man Reste einer noch höheren Terrasse mit grobem Geröll finden, die bis an den Fuß der westlichen Berge reicht.

Bei Austritt in das Urstromtal ist die NW-Ecke in alluvialer Zeit stark abgenagt, an der Ostseite hat sich das Flüßchen in die Terrasse eingeschnitten. Wandert man von Louisental nördlich quer durch das breite Urstromtal dem Nordufer zu nach Strebielin, so stößt man zunächst südlich der Bahn auf Rieselwiesen, die das Wasser der Leba benutzen. Nördlich des Bahndamms folgt sandiger Acker, dann eine ebene Kiefernheide mit Grand und Kiesboden; durch die Heide zieht sich eine sumpfige Rinne mit einzelnen Tümpeln und Teichen resp. Morästen, offenbar noch Reste eines alten Flußlaufes. Nördlich der in der Richtung des Urstromtales laufenden Chaussee, nach Strebielin zu, tritt ein sehr ebener Sandboden auf, der immer feuchter wird, je mehr man sich dem Dorfe nähert. Die Rheda entspringt gleich W von Strebielin und ist hier schon sehr wasserreich, das ganze Terrain sehr quellig, so stark, daß die Dorfstraße stellenweise kaum passierbar oder nur mit Hilfe von Steinen und Brettern zu begehen ist.

Es ist ganz klar, daß hier ein starker Grundwasserstrom austritt, der nur von der Leba herstammen kann, uud noch heute fließt, wie Wunderlich mit Recht bemerkt, ein Teil des Lebawassers als Rheda zur Danziger Bucht.

Soweit wird man unbedingt der Meinung Wunderlich's zustimmen. Es würden also die 15 m Aufschüttung von der Höhe der Wasserscheide abgehen.

Wie steht es nun mit dem Rest der Verbiegung? Es bleiben nach Wunderlich immer noch 30—35 m übrig. Zur Beantwortung dieser Frage will Wunderlich drei Möglichkeiten in Betracht ziehen. Zunächst könnte es sich um eine postglaziale tektonische Aufbiegung des Talbodens in dieser Größe handeln. Andererseits wäre vielleicht eine ursprüngliche Schwelle vorhanden, die einen Aufstau der Gewässer und ein Überfließen bewirkte. Endlich könnte auch der Rest von 30—35 m eine spätere Aufschüttung sein. Welche dieser drei Möglichkeiten zutrifft, wird weiteren Untersuchungen an Ort und Stelle vorbehalten.

Bei der Aufstellung dieser drei Möglichkeiten wird nun aber von einer Voraussetzung ausgegangen, die sich nicht halten läßt, trotzdem sie bisher von allen Autoren, die sich mit dieser Frage beschäftigten, allgemein als gültig angenommen wurde. Das ist die Annahme, daß das Leba-Rheda Urstromtal östlich bis zur Danziger Bucht reicht und hier unter den Meeresspiegel untertaucht. Wie ich in meiner Arbeit über „Die Urstromtäler des unteren Weichselgebietes“ (Schrift. d. Naturf. Ges. Danzig. N. F. **13.** 3/4 H. 1912) nachgewiesen habe, erreicht dieses Tal im Osten bei dem Orte Rheda sein Ende. Es steht hier zwar

mit einem jüngeren breiten Tal in Verbindung, das zur Danziger Bucht führt, jedoch war letzteres durch eine dasselbe durchquerende Eisrandlage im Brück'schen Moor versperrt. Die Hochterrassen, die allein ausschlaggebend sind, brechen hier ab, der Geschiebemergel gleitet von da ab die Abhänge herunter etc. Anschluß fand das Leba-Urstromtal über Kielau an ein anderes südlich gelegenes, nämlich das mit seiner Sohle 40 m hohe Kl.-Katzer Tal, von wo aus sich die Hochterrasse am Westrande im Zusammen-



Das Neustadt—Lauenburger Urstromtal und sein Zusammenhang mit dem diluvialen Danziger Stausee. 1 : 1 500 000.

hang und bis 45 m aufsteigend in das Rheda-Leba-Tal nach W verfolgen läßt. An der Wasserscheide bei Strebielin—Gr.-Boschpol fällt die Hochterrasse mit der Talsohle zusammen. Nach O zu aber, d. h. zur Danziger Bucht hin, fehlt diese Terrasse (von Polchau bei Rheda ab). Das Lebatal bildete damals den Abfluß des Danziger Stausees, dessen Spiegel 40—50 m hoch war (vergl. l. c. Fig. 2). Die Weichsel war noch nicht nordwärts durchgebrochen.

Stellt man sich auf diesen Standpunkt, so ist jede der drei Annahmen Wunderlich's überflüssig, da ein gleichmäßiges Gefälle in dem Hochtal vom Danziger Stausee mit 40—50 m Höhe über die nicht mehr 50 m, sondern nach Abzug des Schuttkegels nur

35 m betragende Höhe und sog. Wasserscheide von Gr.-Boschpol zu vermerken ist. Die Sohle des Tales der Rheda ist allerdings später während des zweiten Stadiums des Danziger Stausees, als der Abfluß zur Danziger Bucht eisfrei wurde, von dem Flüßchen auf 9,4 m bei dem Dorfe Rheda, wo das Hochtal in das tiefer gelegene Urstromtal des Brück'schen Moores einmündet, vertieft worden. Die Hochterrasse fällt von Gr.-Boschpol anscheinend von 50 m auf 35—45 m bei Rheda nach Osten zu. Nachdem nun aber die von WUNDERLICH dargestellte Aufschüttung bei Gr.-Boschpol feststeht, kann von einer Verbiegung der Hochterrasse keine Rede mehr sein. Die Talsohle kann für die Beurteilung der Frage nicht in Betracht kommen. In Übereinstimmung damit steht es, wenn JENTZSCH durch die verdienstvolle Nachprüfung des Präzisions-Nivellements Lauenburg—Neustadt—Rheda (Jahrb. d. Kgl. Geol. Landesanst. Berlin 1912) keine noch jetzt fortdauernden Höhenänderungen gefunden hat (l. c. p. 383), was ihn allerdings zu der Annahme führt, „daß die Verschiebungen entweder ruckweise erfolgt sind oder seit dem Verschwinden des Landeises sich verlangsamt haben". Uns scheint die Annahme, daß hier überhaupt keine tektonische Bewegung vorliegt, am meisten gerechtfertigt zu sein.

Ergebnisse.

Über die angebliche tektonische postglaziale Aufbiegung des Neustadt—Lauenburger Urstromtales, das von der Danziger Bucht westlich zur pommerschen Küste zieht, ist zu bemerken:

1. Nachdem WUNDERLICH in dies. Centralbl. 1914 auf Grund von Kartenstudien zu dem Resultat gekommen ist, daß an der Wasserscheide des Tales ein Schuttkegel beteiligt ist, wird diese Annahme von mir auf Grund eigener Terrainstudien bestätigt.

2. Außerdem glaube ich den Nachweis geführt zu haben, daß eine Verbiegung der Terrassen überhaupt nicht vorliegt, da die Hochterrasse nicht nach Osten in die Danziger Bucht versinkt, sondern sich in Talstücken bis zum Rande der Deltasenke der Weichselniederung in entsprechender Höhenlage verfolgen läßt.

Über Placodus.

Vorläufige Mitteilung.

Von **Fr. Drevermann** in Frankfurt a. M.

Von *Placodus* ist bisher nur der Schädel bekannt geworden, und dieser Umstand erklärt es, daß über die systematische Stellung der Gattung verschiedene Ansichten ausgesprochen wurden. Es war von vornherein wahrscheinlich, daß ein zusammenhängender Skelettfund nicht nur darüber größere Klarheit bringen würde, sondern daß er gleichzeitig über einige der vielen, in ihrer Zugehörigkeit rätselhaften Knochen aus dem deutschen Muschelkalk Licht verbreiten würde. Ein solcher Skelettfund ist die Anregung zu dieser kurzen vorläufigen Notiz und wird nach der Präparation Veranlassung zu einer größeren Arbeit sein.

Der Fund wurde vor kurzem im oberen Muschelkalk, und zwar 10—12 m unter der Spiriferinenbank im oberen Trochitenkalk, also unterhalb der eigentlichen Nodosenschichten, in der Gegend von Heidelberg gemacht. Er war zum großen Teil von den Arbeitern zerschlagen, ehe er von Herrn Redakteur H. König in Heidelberg entdeckt und geborgen wurde. Die außergewöhnlich großen Schwierigkeiten der Präparation — das Skelett liegt in einem dunkelblauen sehr dichten und festen Kalk und ist selbst recht brüchig — veranlaßten ihn, sich an den Präparator des Senckenberg-Museums, Herrn Chr. Strunz, zu wenden, dessen Erfahrung in der Herausarbeitung gerade von Muschelkalkvertebraten bekannt ist. Bei der wissenschaftlichen Bedeutung des Fundes soll versucht werden, das Skelett frei herauszuarbeiten, um so mehr, als Schädel und Wirbelsäule fast ganz unverdrückt sind. Ob es namentlich bei den Rippen und den Bauchrippen gelingen wird, ist noch zweifelhaft; jedenfalls werden erst beide Seiten der Platte in situ präpariert und Gipsabgüsse davon aufbewahrt, um die ursprüngliche Lage jedes Knochen auch später jederzeit einwandfrei feststellen zu können.

Das Skelett ist auf der Seite liegend eingebettet worden; erhalten sind: Schädel mit Unterkiefer, die zusammenhängende Wirbelsäule mit Ausnahme eines unbekannten Teils der Schwanzwirbel ein großer Teil des Brust- und Beckengürtels, der Rippen und Bauchrippen, sowie ein noch nicht sicher festzustellender, aber nicht unbedeutender Teil der Extremitäten.

Ich möchte mit dieser Notiz vor allem die Augen der Fachgenossen und Sammler auf die nunmehr an

Placodus anzuschließenden Reste aus dem Muschelkalk lenken und sie bitten, mir alles derartige, auch unpräparierte und scheinbar ungünstig erhaltene Material auf kurze Zeit zu überlassen, um bei der Bearbeitung nichts zu übersehen, was Klarheit über die Stellung der eigenartigen Tiere bringen kann. Daher zähle ich im folgenden die isolierten Knochen auf, die zu *Placodus* gehören, und diejenigen, die fälschlich hierhergerechnet worden sind. Aus der erst begonnenen Präparation erklärt sich zur Genüge, daß diese Liste einen provisorischen Charakter trägt und später vielleicht eine Vermehrung, kaum aber eine Verminderung erfahren wird.

Teile des Skeletts von *Placodus* sind bereits beschrieben als

Anomosaurus v. Huene (Pal. Abh. N. F. 6, 1. 1902. p. 33. Taf. IV Fig. 3, 4, Taf. VI Fig. 4, Taf. VII Fig. 6). Der Name wurde geschaffen für tief amphicöle Wirbel mit langen Querfortsätzen, hohem Dornfortsatz und Hyposphen. Über die Beziehungen der Form zu den Placodontiern (d. h. zu *Placochelys*) war v. Huene zweifelhaft; dafür sprachen „die langen Diapophysen, die Form der Präzygapophysen, Bauchrippen, Pubis, Hautverknöcherungen“ (wobei allerdings bemerkt werden muß, daß die letzten drei Charaktere damals von *Anomosaurus* gar nicht bekannt waren, sondern von einem nicht hierhergehörigen Funde im Breslauer Museum: *Saurosphargis* entnommen wurden, dessen nahe Verwandtschaft angenommen wurde), „dagegen die hohen Dornfortsätze, die Kürze der Rückenwirbelcentra, das Vorkommen im Hauptmuschelkalk zusammen mit ganz anders gebauten Wirbeln, die jedenfalls *Placodus* angehören“ (das sind die beiden, weiter unten unter No. 6 genannten, nicht hierhergehörigen Wirbel). Eine ausführliche Beschreibung mit besserem Material folgte 1905 (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XX. p. 321); auf diese soll hier nicht eingegangen werden, sondern nur die Bemerkungen über die systematische Stellung von *Anomosaurus strunzi* v. Huene (p. 336 ff.) erwähnt werden. Nach v. Huene ist *Anomosaurus* kein Sauropterygier (Grund: die tiefe Amphicölität der Wirbel und das Hyposphen), kein Placodontier (Grund: die „thekalen“ Rückenwirbel von *Placochelys* seien zu verschieden von den Wirbeln des *Anomosaurus*; *Placochelys* und *Placodus* aber müßten nahe verwandt sein), kein Dinosaurier, sondern ein Pelycosaurier. Er wird besonders mit *Embolophorus* verglichen und für einen „Nachzügler der permischen Pelycosaurier in der jüngeren Trias“ erklärt. Case (Revision of the Pelycosauria. 1907. p. 34, 158) hält *Anomosaurus* nicht für einen echten Pelycosaurier und glaubt, daß solche Formen sich frühe vom Pelycosaurier-Stamm

abspalteten; auf p. 156 hält er es nicht für unmöglich, daß wenigstens ein Teil der *Anomosaurus*-Wirbel zu *Placodus* gehören. v. Huene (dies. Centralbl. 1908. p. 432) schloß sich der Ansicht von Case über die Stellung von *Anomosaurus* an und glaubt später (Geol.-pal. Abh. N. F. **10**. 1911. p. 51), daß er (und eine Reihe weniger gut bekannter Formen) eine Abzweigung der Cotylosaurier oder deren Verwandten darstelle, die nach Europa ausgewandert seien; er hält das Zusammenvorkommen mit Sauropterygiern und Placodonten für eine Stütze dieser Ansicht.

Da die Wirbel des neuen Fundes mit denen von *Anomosaurus* übereinstimmen, so gehört diese Gattung als Synonym zu *Placodus*; dieser besitzt tief amphicöle Wirbel der oben geschilderten Art und ein plattenförmiges Becken.

Dagegen gehören nicht zu *Placodus*:

1. *Psephoderma alpinum* H. v. Meyer (Palaeontogr. 1867. 15; neue Abbildung Jaekel, *Placochelys*, p. 52). v. Huene (1902. p. 33) und E. Fraas (Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. 1905. p. 367) hielten den Rest für den Panzer von *Placodus*; O. Jaekel (l. c. p. 53) hob die Verschiedenheit von *Placochelys*, besonders in der mikroskopischen Struktur, hervor.

2. *Psephosaurus suevicus* E. Fraas (Die schwäbischen Triassaurier. 1896. p. 13. Textfig. 7). Nach v. Huene l. c. Panzer von *Placodus*; nach E. Fraas 1896 wahrscheinlich zu einem Nothosauriden, 1905 l. c. vielleicht zu *Placodus* gehörig. Jaekel l. c. mahnte zur Vorsicht.

3. *Chelyzoon latum* v. Huene } l. c. 1902. p. 50 und 51,
4. *Chelyzoon Blezingeri* v. Huene } Taf. VII Fig. 1 und 2. Von v. Huene zu den kryptodiren Schildkröten gerechnet; nach Jaekel (l. c. p. 46, 88) könnten die Wirbel ebensogut zu *Placodus* gehören.

5. *Tanystrophaeus conspicuus* H. v. Meyer (Saurier des Muschelkalks. 1847—1855. p. 42. Taf. 30, Taf. 46, 1—4). Von Cope u. a. zu den theropoden Dinosauriern gerechnet; von R. Owen (Philos. Transact. London 1858. p. 183) und E. Fraas (l. c. 1896. p. 14) als fraglich zu *Placodus* gehörig bezeichnet. Die Ansicht wurde bereits von v. Huene (1902. p. 17) abgelehnt.

6. Zwei Rückenwirbel von *Placodus gigas* (?) H. v. Meyer (v. Huene l. c. 1902. p. 32. Taf. V Fig. 1, 2).

Als Anhang sei erwähnt, daß die als *Placodus duplicatus* von E. Fraas l. c. 1896. p. 14. Fig. 8 beschriebenen Zähne nicht hierher, sondern wohl zu *Tholodus* H. v. Meyer gehören, womit über die Natur dieser eigenartigen Gattung nichts gesagt sei. Ebensowenig hat der als *Eupleurodus sulcatus* Gürich (Zeitschr. d.

deutsch. geol. Ges. 36. 1884. p. 142. Textfig. 5) beschriebene Rest etwas mit den Placodontiern zu tun, wohin er unter dem Namen *Pleurodus bicolor* Gürich (Jahresber. schles. Ges. vaterl. Kultur. 62. 1884. p. 219) von Lydekker (Cat. foss. rept. amph. Brit. Mus. IV. 1890. p. 9) und v. Huene (l. c. 1902. p. 69) gerechnet wurde; Gürich verglich den Rest bei der Beschreibung bereits mit den Pycnodonten. Auch das Skelett von *Eunotosaurus africanus* Seeley (Quart. Journ. Geol. Soc. 48. 1892. p. 583. Fig. 1, 2), das von v. Huene (l. c. 1902. p. 19, 69) hierhergestellt wurde, kann jetzt von den Placodontiern entfernt werden, und ebensowenig bestehen Beziehungen zwischen diesen und *Edaphosaurus pogonias* Cope, an die Case wegen der Ähnlichkeit der Schädel glaubte (l. c. 1907. p. 156. Taf. 34, Textfig. 66—69). Denn seither hat sich herausgestellt, daß *Edaphosaurus* der Schädel von *Naosaurus* ist (Case l. c. Anm. p. 145; Case und Williston, Publ. Carnegie Inst. Washington 181. 1913. p. 71 ff.), und der einzige Rest in der germanischen Trias, *Ctenosaurus* v. Huene, der mit *Naosaurus* verglichen werden kann (Case 1907. p. 146), hat mit *Placodus* nichts zu tun, stammt überdies auch aus dem biologisch und stratigraphisch ganz verschiedenen mittleren Buntsandstein.

Ein sehr eigenartiger Rest, den ich bereits erwähnt habe, ist *Saurosphargis* Volz mscr. (Lethaea geogn. II, 1. p. 17), den v. Huene (l. c. 1902 p. 37) mit *Anomosaurus* verglich. Wegen der tief amphicölen Wirbel glaubte ich, bevor ich das Stück gesehen hatte, gleichfalls an eine Verwandtschaft; nachdem mir Geh. Rat Frech jedoch die Platte in freundlicher Weise zugeschickt hatte, überzeugte ich mich sofort, daß hier ein anderer Typ vorliegt, dessen Stellung bei den Placodontiern (Lethaea. p. 17) zunächst fraglich bleibt. Ich kann die große Selbstlosigkeit von Prof. W. Volz in Erlangen nicht dankbar genug hervorheben, der mir das wertvolle Stück, das er selbst bei Gogolin gesammelt und so gut wie fertig selbst präpariert hatte, da er es beschreiben wollte, zur wissenschaftlichen Bearbeitung im Anschluß an *Placodus* überließ. Um so weniger möchte ich jetzt schon eine voreilige Ansicht äußern, denn vor allem scheint mir vorher die Verwandtschaft von *Placodus* mit *Placochelys* noch sehr der Klärung zu bedürfen. Jedenfalls unterscheidet sich *Saurosphargis* durch ihre niedrigen Dornfortsätze und die plattenförmig verbreiterten Rippen ohne weiteres von *Placodus*.

Die Kreide von Algarrobo in Chile.

Von Dr. **Joh. Brüggen,** Santiago.

Algarrobo ist ein kleiner Fischer- und Badeort der chilenischen Küste, einige 30 km südlich des Hafens von Valparaiso gelegen. Das Auftreten fossilführender Schichten in der Umgebung dieses Ortes ist im Jahre 1862 durch Herrn Ludwig Landbeck, einen Angestellten des Nationalmuseums in Santiago, entdeckt worden, der auch die erste Fossilsammlung von dort nach Santiago brachte. Später, im Jahre 1882, besuchte Philippi den Ort, von dem er in seiner wertvollen Arbeit: „Die tertiären und quartären Versteinerungen Chiles", eine kurze Beschreibung bringt. Am Schlusse dieser Arbeit stellt Philippi eine Liste der von Algarrobo stammenden Fossilien zusammen, auf Grund deren er die Algarroboschichten für gleichaltrig mit den senonen Quiriquinaschichten hält. Wilckens reproduzierte später diese Fossilliste des Algarrobo in seiner „Revision der Fauna der Quiriquinaschichten"[1] und weist auf die großen Unterschiede in den Faunen beider Gebiete hin. Da ihm jedoch genauere Angaben über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Algarrobo fehlten, so ist es verständlich, daß er keine befriedigende Erklärung der eigentümlichen Algarrobofauna geben konnte.

Bei der paläontologischen Bearbeitung der von mir in der Provinz Arauco gesammelten Versteinerungen fiel mir auf, daß zahlreiche sehr charakteristische und leicht kenntliche Fossilien aus unzweifelhaften Tertiärschichten nach Philippi in der Kreide von Algarrobo vorkommen sollten. Da in chilenischen Geologen- bezw. Mineningenieurkreisen noch immer die schon vor Jahrzehnten von Steinmann[2] widerlegte Auffassung fortbesteht, daß die Kohlenlager der Provinz Arauco einer Übergangsformation von der Kreide zum Tertiär angehören, beschloß ich, eine Untersuchung der fossilführenden Schichten von Algarrobo vorzunehmen.

Der kurze Aufenthalt in dieser Gegend führte zu dem vorauszusehenden Resultat, daß nämlich dort auf kleinem Raume beide Formationen, sowohl marine Kreide als auch marines Tertiär, entwickelt sind.

Das Grundgebirge wird wie an der ganzen Küste durch die kristallinen Gesteine der Küstenkordillere gebildet. In dem süd-

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XVIII. p. 181 ff.

[2] G. Steinmann, Das Alter und die Fauna der Quiriquinaschichten. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. X. p. 533 ff.

licher gelegenen Hafen von San Antonio sind es Glimmerschiefer und Gneise, in die sich bei Algarrobo eine große Dioritmasse einschaltet. Über dem Diorit liegt in einem kleinen Bach südlich des Ortes aufgeschlossen das Grundkonglomerat der Kreide. Es enthält untergeordnete Sandsteineinlagerungen und ist recht reich an *Ammonites* sp., *Inoceramus* sp., *Trigonia Hanetiana* d'Orb. und *Cardium acuticostatum* d'Orb. Nach oben zu treten die Konglomerate mehr und mehr zurück, die Hauptmasse der Kreide besteht aus tonigen, marinen Sandsteinen. Wo diese Sandsteine am Meere ausstreichen, fanden sich außer dem schon erwähnten *Cardium* und der *Trigonia*, die beide besonders zahlreich sind, noch *Mactra colossea* Ph. und Fischzähne, die von Philippi in seiner oben erwähnten Arbeit auf Taf. LV Fig. 8 fälschlich zu *Plesiosaurus* (*Pliosaurus*) *chilensis* Gerv. gestellt worden sind.

In dem schon erwähnten Bache folgt über der Kreide, die eine Mächtigkeit von einigen 40 m haben mag, durch eine deutlich erkennbare Diskordanz getrennt das Tertiär. Ein Transgressionskonglomerat fehlt; die Grenzlinie ist unregelmäßig gewellt, und die untersten Schichten des Tertiärs enthalten vereinzelt große Blöcke der liegenden Kreideschichten. Petrographisch unterscheidet sich die untere Tertiärabteilung, die aus limnischen Sandsteinen mit Diagonalschichtung besteht, leicht von den tonreichen, marinen Sandsteinen der Kreide.

Über der unteren limnischen Abteilung, die nur 10—15 m Mächtigkeit besitzt, folgen fossilreiche grüne tonige Sandsteine mit großen Kalkkonkretionen, die besonders schön an dem kleinen Wasserfall, mit dem der Bach sich zu dem Sandstrande hinabstürzt, aufgeschlossen sind. Die hier sowie in den am Meeresufer ausstreichenden Schichten gefundenen Fossilien sind nach einer vorläufigen Bestimmung:

Nautilus sp.
Actaeon Landbecki Ph.
Turritella Landbecki Ph.
Nucula Medinae Ph.
Arca cf. *lirata* Ph.
Venus sp.

Außerdem sind verkieselte Holzreste häufig im Tertiär im Gegensatz zu den in Kohle verwandelten Holzstücken der Kreide.

Die Kreide- und Tertiärschichten des Algarrobo besitzen nordsüdliches Streichen und schwaches Einfallen nach Westen. Während sie im Osten dem Diorit regelmäßig auflagern, sind sie im Westen durch eine streichende Verwerfung begrenzt, die den Diorit wieder an die Oberfläche bringt. An der Südküste nehmen diese Sedimente kaum eine Breite von 1 km der nach Norden offenen Bucht von Algarrobo ein. Ihre Nord—Süderstreckung ist unbekannt.

Nach diesen Beobachtungen an Ort und Stelle erklärt sich die sonderbare Fossilliste Philippi's leicht. Ihm war völlig ent-

gangen, daß die von ihm gesammelten Versteinerungen aus zwei ganz verschiedenen Formationen stammten. Die große Ähnlichkeit der Gesteine, zumal dort, wo sie im Meeresspiegel einer fast ständigen Benetzung und Durchtränkung mit Meereswasser ausgesetzt sind, hat Philippi getäuscht und es ihm nicht nötig erscheinen lassen, genau auf die Verbreitung der einzelnen Fossilien in den verschiedenen Felsbänken zu achten. Sonst hätte es ihm nicht verborgen bleiben können, daß in den Schichten, wo die typischen Kreideformen sich finden, nicht ein einziges Tertiärfossil vorhanden ist, also eine Mischung beider Faunen nicht stattfindet.

Eine Trennung der Philippi'schen Fossilliste von Algarrobo in die Versteinerungen beider Formationen bietet einige Schwierigkeiten, da es mir bei dem kurzen Aufenthalt nicht möglich war, die gleichen Formen zu sammeln, die Philippi und Landbeck gefunden haben. In den folgenden revidierten Listen stelle ich zur Kreide sämtliche Fossilien, die auch von der Quiriquina bekannt sind. Was an Fossilien aus anderen Tertiärvorkommen bekannt ist, muß ins Tertiär gestellt werden. Fossilien, die bisher nur in Algarrobo gefunden sind, rechne ich zum Tertiär, da dieses hier viel artenreicher als die Kreide ist. Um aber die Unsicherheit dieser letzten Gruppe hervorzuheben, werden die zu ihr gehörigen Namen in Klammer angegeben werden. Unter Berücksichtigung der von mir gefundenen Fossilien erhalten wir folgende revidierte Liste:

1. Kreide von Algarrobo.

Fischzähne
Pliosaurus chilensis Gerv.
Ammonites sp.
Natica globula
Dentalium subcylindricum Ph.
Inoceramus sp.
Cardium acuticostatum d'Orb.
Trigonia Hanetiana d'Orb.
Mactra colossea Ph.

2. Tertiär von Algarrobo.

Notidanus sp.
Pleurotoma acutinoda Ph.
(*Pyrula scalaria* Ph.)
Gastridium retusum Ph.
Turritella angusta Ph.
— *affinis* Hupé
— *Landbecki* Ph.
— *leptogramma* Ph.
Actaeon Landbecki Ph.
(*Venus alta* Ph.)
(— *Landbecki* Ph.)
(— *subsulcata* Ph.)
(*Tellina algarrobensis* Ph.)
(— *complanata* Ph.)
(— *Landbecki* Ph.)
(*Mactra scolia* Ph.)
(— *subangulata* Ph.)
(*Pholadomya Landbecki* Ph.)
Solen elytron Ph.
(*Lucina subpentagona* Ph.)
(*Nucula angusta* Ph.)
Nucula Medinae Ph.
Arca cf. *lirata* Ph.

Mit dieser Klarlegung der geologischen Verhältnisse der Umgebung von Algarrobo fällt auch die letzte Stütze der Philippischen Behauptung, daß Kreide und Tertiär an der chilenischen Küste gemeinsame Fossilien besäßen. Philippi glaubte eine Liste von 13 solchen Formen aufstellen zu können. Schon Steinmann hat die Unrichtigkeit dieser Liste nachgewiesen. Von den angeführten Fossilien werden allein fünf wegen ihres Vorkommens in Algarrobo als typische Kreideformen ausgegeben, die sich an anderen Punkten im Tertiär gefunden haben. Weitere vier finden sich in der Artbeschreibung als überhaupt nur von einem einzigen Fundpunkte stammend angegeben. Die übrigen vier Arten sind teils ganz dubiöse Formen, teils liegen aus einer der beiden Formationen nur sehr schlecht erhaltene unbestimmbare Exemplare vor. Nähere Einzelheiten hierüber finden sich in: G. Steinmann, Das Alter und die Fauna der Quiriquinaschichten in Chile. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. X. p. 1 ff.

Besprechungen.

Heinrich Ries and **Thomas L. Watson**: Engineering Geology. New York bei John Wiley and Sons. 1914. XXVI und 672 p. Mit 104 photographischen Tafeln und Karten und 225 Figuren im Text.

In dem vorliegenden, reichlich ausgestatteten Handbuch streben die Verf. das für Ingenieure Wichtigste über Gesteine und allgemeine geologische Verhältnisse darzustellen. Überall werden die praktischen Anwendungen der behandelten Gegenstände, soweit wie möglich, hervorgehoben.

Das Buch zerfällt in 17 Kapitel, welche die folgenden Gegenstände behandeln: Gesteinsbildende Mineralien; allgemeine Eigenschaften, (Entstehung) und Art des Vorkommens der Gesteine; strukturelle Verhältnisse und Metamorphismus der Gesteine; Gesteinsverwitterung und Bodenbildung; Flüsse; unterirdische Gewässer; Bergstürze und ihre Wirkungen; Wellen und Küstenströmungen; Seen, Bildung und Beziehung zu den Unternehmungen des Ingenieurs; glaziale Ablagerungen, Bildung, Struktur und tech-

nische Bedeutung; Bausteine; Kalk, Zement und Pflaster; Tone und Tonprodukte; Kohlen; Petroleum, Gas und andere Kohlenwasserstoffe; Straßenbau und Materiale; Erzlagerstätten.

Wie angedeutet, wird der Leser erst mit den allgemeinen Eigenschaften der gesteinsbildenden Mineralien und Gesteine bekannt gemacht. Hier ist zu erwähnen, daß die betreffenden Mineralien eingehend beschrieben und sogar kristallographisch abgebildet werden, ohne daß die nötigen elementaren kristallographischen Darstellungen vorausgeschickt sind. Die Kapitel über die allgemeinen geologischen Verhältnisse und über die Eigenschaften und technischen Anwendungen der Bausteine, Tone, Kohlen usw. sind in einer besonders vorzüglichen, das Interesse des Ingenieurs erregenden Weise geschrieben. Ohne Zweifel wird das Buch viele Freunde unter den Studenten und Lehrern der angewandten Geologie finden. **E. H. Kraus.**

Reginald A. Daly: Igneous Rocks und Their Origin. New York bei Mc Graw-Hill Book Company. 1914. XXII und 563 p. Mit 2 Tafeln und 205 Textfiguren.

Dieses Buch enthält in umgearbeiteter Form die Vorlesungen, welche der Verf. während der letzten Jahre an der Harvard University und dem Massachusetts Institute of Technology gehalten hat, und zerfällt in drei Teile. Der erste Teil, Kapitel II bis VII, bespricht die Beobachtungen und Tatsachen, welche Erklärung in einer Philosophie der Eruptivgesteine bedürfen. Der zweite Teil umfaßt Kapitel VIII bis XIV und enthält eine allgemeine eklektische Theorie, während der dritte, Kapitel XV bis XXII, die durch Anwendung dieser Theorie gewonnenen Resultate, soweit diese bestimmbar sind, gibt.

Nach einer eingehenden Besprechung der Eigenschaften und Brauchbarkeit der „Mode"- und „Norm"-Klassifikationen der Eruptivgesteine, wie respektive von Rosenbusch und Cross, Iddings, Pirsson und Washington vertreten, zieht Verf. die „Mode"-Klassifikation vor, welche er dann in diesem Werke verfolgt. Diese ist die Rosenbusch'sche, aber etwas modifiziert. Verf. strebt durchaus, unsere Kenntnisse über Eruptivgesteine zusammenzufassen und die Beziehungen derselben anzudeuten, legt das Hauptgewicht jedoch auf die quantitativen Verhältnisse und auf die Verbreitung derselben.

Die Ausstattung des Buches und die Abbildungen sind vorzüglich. Für alle Studenten der Petrogenesis wird dieses Werk von sehr großem Interesse sein. **E. H. Kraus.**

Fritz Seemann: Leitfaden der mineralogischen Bodenanalyse nebst Beschreibung der wichtigsten physikalischen Untersuchungsmethoden am gewachsenen Boden. Wien und Leipzig bei Wilhelm Braumüller. 1914. 110 p. Mit 39 Textfiguren, 3 Tafeln und 7 Mineralbestimmungstabellen.

Das wohl in erster Linie für wissenschaftliche Zwecke, weniger für die praktischen Bedürfnisse des Landwirts bestimmte Buch bespricht nach einer Einleitung über Wesen, Zweck und Bedeutung der mineralogischen Bodenanalyse die Entnahme der Bodenprobe, die Untersuchung der wichtigsten physikalischen Bodeneigenschaften (Wasserkapazität, Porenvolumen, Luftkapazität, Durchlässigkeit), die Zerlegung des Bodens mittels der mechanischen Schlämmanalyse (Apparate von J. Kopecky) und die mineralogische Untersuchung der Bodenbestandteile. In letzterer Hinsicht werden die Untersuchungsmethoden, und zwar die optischen, die sonstigen physikalischen (darunter Färbbarkeit durch organische Farbstoffe) und die chemischen (Löslichkeit, makro- und mikrochemische Reaktionen) auseinandergesetzt, sowie die Bestimmung der Menge einer Mineralart nebst Winken für den Gang der mineralogischen Bodenuntersuchung und Darstellungsweise der Untersuchungsergebnisse. Bei der Charakteristik der bodenbildenden Mineralien werden die kristallisierten Mineralien und die Kolloide besonders behandelt und die Bedeutung der letzteren für den Boden hervorgehoben. Den Schluß bilden 7 Tabellen zur Bestimmung der Bodenminerale. Das Ganze ist durchaus wissenschaftlich gehalten und unterscheidet sich von einem petrographischen analogen Leitfaden wesentlich nur dadurch, daß eben das Verhalten der Mineralien im Boden vorzugsweise berücksichtigt ist, nicht das vielfach abweichende im Gestein. Allen Interessenten sei das praktisch angelegte Buch bestens empfohlen. **Max Bauer.**

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 3. 2. Lieferung. Bogen 11—20. (1913.) Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff.

Diese neueste Lieferung des rasch fortschreitenden Werkes enthält folgende Abschnitte: Silicozirkoniate und Zirkoniate, Schluß, zuletzt Polymignit (G. T. Prior), sodann Zinn, und zwar Allgemeines (C. Doelter), Bestimmung des Zinns in Mineralien (L. Moser), Gediegen Zinn (C. Doelter), Zinnoxyd [Zinnstein] (C. Doelter) und Calcium-Stannosilikat [Stockesit] (C. Doelter). Cerium, und zwar: Allgemeines (C. Doelter), Die Analysenmethoden zur Bestimmung und Trennung der seltenen Erden (K. Peters). Blei. Allgemeines (C. Doelter), Analysenmethoden der Bleioxyde (L. Moser), Gediegenes Blei (C. Doelter). Thorium. Allgemeines (C. Doelter), Die Analysenmethoden zur Bestimmung und Trennung des Thoriumoxyds (K. Peters), Thorianit (St. Tolloczko und C. Doelter), Thorit (C. Doelter), Die Bedeutung der Radioaktivität für die Mineralogie (St. Meyer). Die Elemente der fünften Vertikalreihe des periodischen Systems (St. Meyer), Niobate und Tantalate (G. T. Prior), Nitrate (A. Kailan), Phosphate, Einteilung der Phosphate (C. Doelter), Analysenmethoden der Phosphate (P. Jannasch), Alkaliphosphate, Ammoniumphosphate und Berylliumphosphate (H. Leitmeier), Magnesiumphosphate (C. Doelter und H. Leitmeier), Anhang.

Max Bauer.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 3. 3. Lieferung. p. 321—480. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1914. Mit vielen Abbildungen, Tabellen, Diagrammen und Tafeln.

Das in raschem Fortschreiten begriffene Werk enthält in dieser neuesten Lieferung: Wasserhaltige Magnesiumphosphate von H. Leitmeier; Calciumphosphate (Apatit) von M. Seebach; Phosphorite von J. Samoiloff; Phosphate der Thomasschlacke von E. Dittler; Gewinnung und Eigenschaften der Thomasschlacken von F. W. Dafert; Spodiosit, wasserhaltige Calciumphosphate, Manganphosphate, Eisenoxydulphosphate, Manganeisenoxydulphosphate, Kupferphosphate, Zinkphosphate, Bleiphosphate, reine Tonerdephosphate und komplexe Tonerdephosphate (Amblygonit etc.) von H. Leitmeier. Zu korrigieren ist auf p. 455 unter „Umwandlung des Pyromorphit“: Pseudomorphosen von Pyromorphit nach Bleiglanz in: Ps. von Bleiglanz nach Pyromorphit.

Max Bauer.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 3. 4. Abteilung. p. 481—640. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1914.

Die vorliegende Abteilung bringt den Schluß des Abschnitts über Amblygonit und den zugehörigen und sich anschließenden Mineralien. Es folgt dann die Beschreibung des Minervit (Kalium-Tonerdephosphat) [Leitmeier]; des Ježekit (Slavík); Lacroixit und Lazulith (Magnesium-Tonerdephosphat) [Leitmeier]; Roscherit (Slavík); Eosphorit und Childrenit (Mangan-Eisenoxydul-Tonerdephosphate), Henwoodit (Kupfer-Tonerdephosphat) und Kohoeït (Zink-Tonerdephosphat) [Leitmeier]; Türkis (M. Seebach); Hamlinit (Strontium-Aluminiumphosphat), Gorceixit (Baryum-Aluminiumphosphat), Plumbogummit und Hitchcockit, Barrandit (Eisenoxyd-Tonerdephosphat), Florencit (Cer-Alumophosphat), Eisenoxydphosphate, Dufrenit, Berannit, Phosphosiderit, Strengit, Koninckit, Kakoxen, Picit, Delvauxit, Globosit (Magnesium-Calcium-Eisenoxydphosphat), Bořickit (Calcium-Eisenoxydphosphat), Richellit (Calcium-Eisenoxyd-Fluorphosphat) und Heterosit mit Purpurit (Manganoxyd-Eisenoxydphosphate) [Leitmeier]; Phosphate der seltenen Erden, Monazit, Xenotim, Skovillit (Rhabdophan) und Churchit (C. Doelter); Darstellung und Verwendung der seltenen Erden (K. Peters); Uranphosphate, Phosphuranylit, Autunit oder Kalkuranit, Fritzscheit, Uranocircit und Kupferuranit (Ritzel); Verbindungen von Phosphaten mit Carbonaten, Sulfaten, Silikaten und Boraten, Dahllit (Calciumcarbonatphosphat), Podolit, Munkforssit (Calcium-Aluminium-Sulfophosphat), Svanbergit (Strontium-Calcium-Aluminium-Sulfophosphat), Hinsdalit (Blei-Aluminium-Sulfophosphat), Harttit (Strontium-Aluminium-Sulfophosphat), Diadochit und Destinezit (Ferri-Sulfophosphat), Beudantit (Blei-Ferri-Sulfophosphat), Erikit, Wilkeit (Calcium-Carbonato-Sulfo-Silicophosphat) und Lüneburgit (Leitmeier); Arsen (As), Gediegen Arsen, Arsenolamprit, Allemontit, Arsenoxyde, Arsenolith, Claudetit, glasiges As_2O_3 (As_4O_6) und $As_2O_3 \cdot SO_3$ (Michel); Analysenmethoden der Arsenate (Dittrich †); Arsenate, Hoernesit, Rösslerit, Svabit, Berzeliit und Tilasit (Calcium-Magnesiumarsenate) und Pyrrhoarsenit (Calcium-Manganarsenat) [Leitmeier].

Max Bauer.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. 6. Heft und 3. 5. Heft. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1914.

Auch der Krieg hat das Weitererscheinen des Werkes nicht zum Stillstand gebracht.

Band 2, 2. Hälfte, 1. Heft (6. Heft des zweiten Bandes) enthält die Silikate dreiwertiger Metalle, und zwar in folgenden Abschnitten: Aluminiumsilikate, Andalusit, Disthen (Cyanit), Sillimanit, Dumortierit, Topas und Zunyit (C. Doelter); wasserhaltige Aluminiumsilikate, die durch Salzsäure leicht aufschließbaren wasserhaltigen Aluminiumsilikate, und die durch Salzsäure schwer oder kaum aufschließbaren Aluminiumhydrosilikate (H. Stremme); die Chemie des Porzellans (Reinhold Rieke); Analysenzusammenstellung der Tonmineralien, Pyrophyllit, Cimolit, Kaolin (C. Doelter); die Genesis des Kaolins in der Literatur (H. Stremme); Halloysit, Allophan, Montmorillonit, Paramontmorillonit, zweifelhafte Silikate der Tongruppe, Newtonit, Rectorit, Leverrierit, Schrötterit, Eisenoxydsilikate, Höferit, Hisingerit, Nontronit, Müllerit, eisenhaltige Tone, Chromoxydsilikate, Kosmochlor und Wolchonskoit (C. Doelter).

Bd. 3, 5. Heft bringt den Schluß der Arsenate, und zwar: Haidingerit, Pharmakolith, Pikropharmakolith, Adelit, Brandtit, Roselith, Karyinit, Sarkinit oder Polyarsenit, Xanthoarsenit, Hämafibrit, Allaktit, Synadelphit, Flinkit, Arseniopleit, Hämatolith, Retzian, Rhodoarsenian, Symplesit, Annabergit, Forbesit, Erythrin, Olivenit, Euchroit, Trichalcit, Erinit, Cornwallit, Chalcophyllit, Konichalcit, Lavendulan, Tirolit, Adamin und Köttigit (H. Leitmeier); Barthit (M. Henglein und W. Meigen); Bayldonit, Mimetesit, Georgiadesit, Liskeardit, Durangit, unbenanntes Aluminiumarseniat, Lirokonit, Skorodit, Pharmakosiderit, Carminit, Mazapilit, Arseniosiderit, Sjögrufvit, Chenevixit, Atelestit, Rhagit, Mixit und Walpargin (H. Leitmeier); Uranarsenate, Trögerit, Uranospinit und Zeunerit (A. Ritzel); Sulfarsenate, Lindackerit, Lossenit, Pittizit, Ekdemit, Fermorit und Veszelyit (H. Leitmeier). Es folgt: Antimon (Sb) (C. Doelter); gediegen Antimon, Antimonblei, Antimonoxyd, Antimontrioxyd (Sb_2O_3), Senarmontit und Valentinit (H. Michel); Antimonocker (M. Henglein); Analysenmethoden der Antimonate (L. Moser); Antimonate, Atopit, Romeït, Manganostibiit, Hämatostibiit, Stibiatil, Ferrostibian, Basilit, Melanostibian, Chondrostibian, Tripuhyit, Monimolit, Nadorit, Ochtrolith, Bindheimit, Thrombolith, Ammiolit, Barcenit und Taznit (M. Henglein); Långbanit (Hj. Sjögren) und Arequipit (M. Henglein). Den Schluß macht der Anfang des Artikels: Gediegen Wismut (H. Michel).

Max Bauer.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. 7. H. (Bogen 11—70). p. 161—320. Mit vielen Abbildungen, Diagrammen, Tabellen und Tafeln. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1915.

Das neu erschienene Heft setzt die Betrachtung der Silikate fort. Es enthält: Eulytin (Kieselwismut) und Agricolit (C. Doelter). Uransilikat (A. Ritzel). Silikate der seltenen Erden (C. Doelter). Analysengang für die Silikate der seltenen Erden (K. Peters). Cerit, Rowlandit, Thalenit, Yttrialith, Gadolinit, Beckelith, Hellandit, Melanocerit, Karyocerit, Cappelinit, Tritomit, Erdmannit, Thortveitit, Kainosit, komplexe Silikate von Aluminium (Eisen) mit einwertigen Alkalimetallen, Eukryptit, Spodumen, Petalit, Cookeit, Lithium-Aluminium-Borosilikat, Natrium-Aluminiumsilikate, Nephelin, Pseudonephelin, die Sodalith-Hauyngruppe, Sodalith (C. Doelter). Hackmannit (St. J. Thugutt), Hauyn und Nosean (C. Doelter). Ittnerit und Skolopzit, Mikrosomit, Davyn, Cancrinit, die künstlich dargestellten, in der Natur nicht bekannten Sodalithe bezw. Sodalithhydrate (St. J. Thugutt). Lasurstein (C. Doelter). Das künstliche Ultramarin (Kurt Eisenreich). Gieseckit und Liebenerit, Hydronephelit (St. J. Thugutt). Nephelinhydrat (Lembergit), Natrolith (Anfang, C. Doelter). **Max Bauer.**

Karl Schulz: Einführung in die Kristallographie für die Oberstufe der Realanstalten. Leipzig bei Quelle und Meyer, o. J. (1914.) 40 p. mit 73 Textfiguren.

Verf. „will für die Behandlung der Kristallographie auf der Oberstufe einen Weg vorschlagen, der, von den Begriffen Symmetrie nach Ebenen, axiale und zentrische Symmetrie der Kristallflächen und der Kristalle ausgehend, zwanglos zu den einzelnen Abteilungen der Kristallsysteme (den 32 Gruppen kristallisierter Körper) führt. Es wird dabei jedoch vermieden, die einzelnen Abteilungen voneinander abhängig zu machen, so daß jede von ihnen außer der Reihe behandelt werden kann." Diese Methode ist in allen Fällen nach des Verf.s Ansicht der sonst in der Schule bevorzugten vorzuziehen. Im speziellen Teil werden die einzelnen behandelten Gruppen dann zu einem Kristallsystem zusammengefaßt. Verf. lehnt sich bei seinen Ausführungen, besonders was die Bezeichnungsweise anbelangt, an Th. Liebisch, vorzugsweise dessen „Grundriß der physikalischen Kristallographie" an. **Max Bauer.**

Heinrich Karny: Wiederholungs-Tabellen der Mineralogie. Nebst 30 Kristallnetzen. Wien bei A. Pichlers Witwe und Sohn. 1914. 23 p.

Die Tabellen sind für die unteren Klassen österreichischer Gymnasien und Realschulen bestimmt, in denen Mineralogie im Verein mit Chemie gelehrt wird. Die Mineralien werden eingeteilt in: Elemente, Sulfide, Nitrate und Carbonate, Oxyde, Phosphate und Silikate, Sulfate und Haloide, Anthrazide. Die Kolumnen der Tabellen geben: Namen, Kristallisation und Spaltbarkeit (mit Abbildung der wichtigsten Formen), sonstige Strukturen, Härte, Dichte, Farbe, Strich, Glanz, chemische Zusammensetzung, besondere Eigenschaften und Verwendung. Selbstverständlich sind nur die wichtigsten Spezies aufgenommen, für die Unterstufen sind aber doch wohl auch diese nicht alle notwendig. Die auf Karton gedruckten Netze sollen den Schüler zur Herstellung von Modellen der wichtigsten Kristallformen befähigen. **Max Bauer.**

Gustav Tschermak: Lehrbuch der Mineralogie. 7. verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Friedrich Becke. Wien und Leipzig bei Alfred Hölder. 1915. 738 p. Mit 2 Farbendrucktafeln und 960 Textfiguren.

Das bekannte Tschermak'sche Lehrbuch der Mineralogie ist in dieser neuen Auflage bearbeitet von F. Becke. Es hat dabei seine alte bewährte Form vollkommen beibehalten, namentlich finden wir in der neuen Auflage die beiden vorzüglichen Farbentafeln wieder, die, schöner als irgendwo anders, die Dispersionsverhältnisse an den Interferenzfiguren rhombischer, monokliner und trikliner Kristalle darstellen. Auch im Stoff sind nur geringfügige Änderungen vorgenommen worden, wie sie dem Fortschritt der Wissenschaft entsprechen. Einige Verbesserungen hat vornehmlich der physikalische Abschnitt des allgemeinen Teils erfahren. Fortgeblieben ist das Kapitel über Kristallberechnung, auch die Literaturangaben des speziellen Teils wurden größtenteils gestrichen. Zweifellos wird dem neuen Bearbeiter, der auch hierin der Nachfolger des Verfassers des weitverbreiteten Lehrbuchs geworden ist, der alte Erfolg nicht fehlen. **Max Bauer.**

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Dr. **Rudolf Görgey von Görgő und Toporcz**, Privatdozent und Assistent an der mineralogisch-petrographischen Lehrkanzel der Wiener Universität, Kompagniekommandant im 2. Tiroler Kaiserjäger-Regiment, Besitzer des Militär-Verdienstkreuzes mit der Kriegsdekoration, am 25. Mai 1915 bei Rudnik am San.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ein Normalprofil durch Quartär und Tertiär im schlesischen Hügelland.

Von **Fritz Frech.**

Während das nordische Eis in vielen Teilen des schlesischen Bodens starke Auffaltungen und Dislokationen des Untergrundes hervorgerufen hat[1], ist in dem oberen, Nordsüd verlaufenden Ohletal bei Münsterberg ein vollkommen ungestörtes Normalprofil sichtbar.

Die Aufschlüsse liegen in den, über mehr als 1 km ausgedehnten Gruben der deutschen Tonröhrenfabrik südlich von Münsterberg und umfassen eine Höhe von einigen 20 m. Die jahrzehntelang fortgesetzten Arbeiten haben hier Aufschlüsse von großartiger Deutlichkeit geschaffen.

Die Abwesenheit aller glazialen Druckerscheinungen beruht teils darauf, daß das tektonische, Nordsüd streichende Ohletal nur wenig von der Hauptbewegungsrichtung des Eises abweicht, vor allem aber auf der Vorlage des Rummelsberges im Nordnordosten von Münsterberg, der stärkere Druckwirkungen gewissermaßen abfing. Dagegen lagern dort, wo glaziale Faltungs- und Stauungserscheinungen in die Erscheinung treten, die Höhenzüge quer zur Vorwärtsbewegung des Eises, so vor allem bei Trebnitz und Neusalz.

Die große Grundmoräne dürfte der zweiten oder Hauptvereisung, der einzig in Schlesien sicher beobachteten, angehören. Der Löß könnte somit noch dem letzten, Schlesien nicht mehr erreichenden Eisvorstoß zeitlich gleichstehen.

Die Schichtenfolge, für die eine Zeichnung mit Rücksicht auf die große Regelmäßigkeit nicht nötig erscheint, ist die folgende:

Profil der großen Münsterberger Tongrube.

Quartär: Oben.

7. Löß in unregelmäßiger Mächtigkeit mit Lößkindeln, ohne Geschiebe; an der Basis häufig Kantengeschiebe.
6. Unregelmäßige Sandschmitzen, die häufig fehlen, so daß Löß meist das Hangende von 5 bildet.
5. 6–12 m mächtiger, brauner, sandiger Geschiebemergel mit typischen nordischen Geschieben; vereinzelt finden sich schlesische Basalte aus der Gegend von Oppeln und Löwen.
4. Eine 1—2 m braune Kiesschicht, die gelegentlich mehr anschwillt, ohne größere Geschiebe.

[1] So bei Trebnitz, Neusalz und in der Oberlausitz.

Tertiär (Untermiocäne Braunkohlenformation):

3. Eine 1—1½ m mächtige blaue Tonschicht ohne Lignit.
2. 8 m mächtige Schichten von grauem Sand und Kies mit schlesischen Geschieben.
1. Eine 1—2 m mächtige Schicht von tertiärem blauem Ton mit gelegentlichen Treibhölzern, die zu Lignit umgewandelt sind; der Lignit ist völlig wertlos, ja für die Tonröhrenfabrikation sogar schädlich.

Unten.

Die Gesamtmächtigkeit der Schichten beträgt einige 20 bis höchstens ca. 30 m.

Die Entstehung läßt folgende drei Phasen erkennen: 1. Die Ablagerung der tertiären Braunkohlenschichten erfolgte in Gebirgsseen, die mit unregelmäßigen wechselnden Sedimenten toniger, sandiger und kiesiger Beschaffenheit ausgefüllt wurden. Alle diese Absätze deuten auf tiefgreifende säkuläre chemische Verwitterung vorhandener Sudetengesteine hin, denn es sind nur tonige, quarzige und quarzitische Gemengteile vorhanden; alle Kalke sind aufgelöst, alle Feldspäte, Augite etc. zu Ton verschiedener Beschaffenheit zersetzt. Der Umstand, daß Braunkohle oder Lignite oder einzelne Treibholzmassen nur in den unteren Schichten auftreten, weist auf die fortschreitende Verarmung des Bodens hin. Die chemische Zersetzung macht die mineralischen Pflanzennährstoffe frei. Nach ihrem Verbrauch bleibt aber schließlich eine Bodenzusammensetzung übrig, die an die sterilen tropischen Höhen des Dekkan erinnern dürfte. Dort, wo in Schlesien in höheren Tonlagern Abdrücke von Laubhölzern gefunden sind, deuten sie auf die Einschwemmung von den höheren Teilen des Gebirges hin und haben daher den Charakter kühl gemäßigter Flora. Dagegen bestehen die Hölzer der Braunkohle, soweit sie Struktur aufweisen, ausschließlich aus Taxodien und *Glyptostrobus*, die auf subtropisches Klima hinweisen. Auch diese Mengung deutet auf die recht erhebliche Höhe des mitteltertiären Sudentengebirges hin.

Die Grenze zwischen Tertiär und Quartär entspricht einem langen Zeitintervall, d. h. dem oberen Miocän und Pliocän.

2. Das Quartär zeigt mit einem mächtigen Geschiebemergel und einem oberen und unteren Geschiebesand das Bild einer regelmäßig entwickelten großen Vereisung. Der untere Kies von Münsterberg besitzt weiter nördlich am Gebirgsrand bei Freiburg sehr viel mächtigere Entwicklung, der postglaziale Sand, der dem Gletscherrückzug der großen Vereisnng entspricht, ist durch Staubstürme großenteils entfernt und nur in einzelnen Mulden und unregelmäßigen Linsen erhalten geblieben.

3. Über die abgewehte Oberfläche dieses nacheiszeitlichen Sandes und über die ebenfalls abgewehte, durch Kantengeschiebe

gekennzeichnete Oberfläche des Geschiebemergels zieht sich im gesamten Bereich des schlesischen Hügellandes eine Lößdecke dahin. Ihre Mächtigkeit ist auf der Gebirgsseite des Hügellandes sehr viel erheblicher als auf der Außenseite; während auf der Westseite des Rummelsberges der Löß alle Felder zusammensetzt, ist auf dem Außen- oder Ostabhang derselben Berggruppe Löß nur in dünnem Anflug vorhanden.

Zur systematischen Stellung der Pelecypodengattung Pomarangina.

Von **L. Krumbeck**, Erlangen.

In den nachstehenden Bemerkungen möchte ich meine abweichende Meinung über die systematische Zugehörigkeit der obertriadischen Gattung *Pomarangina* Dien. bezüglich der Ansicht vorbringen, die von Diener (dies. Centralbl. 1915. p. 129—131) soeben unter gleichlautendem Titel geäußert wurde. Es handelt sich, um sogleich den springenden Punkt zu bezeichnen, um Beantwortung der Frage nach der Beschaffenheit des Schlosses von *Pomarangina*, einer relativ jungen, erst im Jahre 1908 aufgestellten Gattung, deren Typ, die ziemlich großwüchsige *P. Haydeni* Dien., durch leichte Ungleichklappigkeit, starke Wölbung, Einrollung der kräftigen prosogyren Wirbel, ferner durch ungleichseitigen, schrägovalen, in der Vorderansicht herzförmigen Umriß und die konzentrische Berippung der sehr dicken Schale gekennzeichnet wird.

Ehe ich darauf eingehe, darf ich vielleicht kurz darauf hinweisen, wie eng bei den Pelecypoden, z. B. bei denen der oberen Trias, die Wechselbeziehungen sind zwischen der Wölbung und Dicke der Schalen nebst der Entwicklung der Wirbel einerseits und anderseits der Ausbildung des Schlosses. Die Verhältnisse liegen so, daß man ruhig behaupten kann: große, dickschalige Formen mit starken Wirbeln besitzen auch ein kräftiges, heterodontes Schloß. Als allbekannte Beispiele nenne ich nur die *Megalodon*, *Dicerocardium*, *Physocardia*, *Myophoria*, *Cardita*, *Pachycardia*, *Gonodon* u. a. Steinkerne solcher Formen sind gegebenermaßen stets durch Wirbelregionen charakterisiert, die den Schloßrand stark überragen und innen stark unterhöhlt sind. Wir können aus dem Grad dieser Unterhöhlung sogar vielfach einen Rückschluß auf die Stärke des Schlosses ziehen, was überall da von Bedeutung ist, wo — wie es nicht selten vorkommt — der Steinkern selbst infolge ungünstiger Erhaltung unmittelbare Zeugen in Gestalt von Zahngruben nicht bewahrte.

Betrachtet man von diesem Gesichtspunkt aus die Verhält-

nisse bei den Originalfiguren von *Pomarangina* [1], so steht man vor einem merkwürdigen Mißverhältnis: auf der einen Seite die sehr kräftig gewölbte und dickschalige Form, bei der man nach dem Gesagten ein entsprechend kräftiges Schloß erwarten sollte; auf der anderen die Angabe DIENER's, wonach Kardinalzähne vollständig fehlen und nur schwache Seitenzähne vorhanden sein sollen, welch letztere Beobachtung aber von MANSUY, wie ich der ersterwähnten Schrift DIENER's (p. 130) entnehme, auf Grund seines tonkinesischen Materials in Abrede gestellt wird. Danach wäre *Pomarangina*, wie DIENER annimmt, eine schloßlose Form. Wie aber soll man sich unter dieser Annahme die Tatsache erklären, daß Steinkerne dieser Gattung den Schloßrand mächtig überragende, innen stark unterhöhlte Wirbelbuckel zeigen, wie sie in dieser Entwicklung eigentlich nur bei gleichgroßen Individuen großer Schloßträger wie *Megalodon* oder *Physocardia* und, in relativ ähnlich kräftiger Beschaffenheit, etwa bei den kleineren *Pachycardia*, *Cardita* oder *Gonodon* auftreten? Stellen wir uns aber auch wirklich für einen Augenblick vor, daß hier — entgegen der bei Lamellibranchiaten fast stets zu beobachtenden Korrelation zwischen Schalendicke und -wölbung sowie Wirbelgröße einerseits und anderseits der Stärke des Schlosses — eine Schloßverbindung der Klappen fehle: enthält dann wenigstens der Steinkern auch nur Spuren des sehr kräftigen Ligaments, das doch in solchem Falle, wie bei den Austern, nebst dem Öffnen der starken Schalen auch den Zusammenhalt der massigen Wirbelregionen besorgte? Allein weder die Figuren noch der Text zu *Pomarangina* bejahen diese Frage. So gut also der Autor aus dem Umstande, daß ihm an den Steinkernen keine unmittelbaren Zeugen eines Schlosses entgegentraten — was übrigens bei deren Erhaltung, wie sie die Phototypien zeigen, vielleicht nicht verwundern darf —, auf sein vollkommenes Fehlen schließt, könnte man schließlich das Vorhandensein jeglicher Verbindung zwischen den Klappen von *Pomarangina* schlechthin bestreiten.

Ich glaube, daß sich der Frage nach der Familienzugehörigkeit von *Pomarangina* vorläufig nur auf Grund folgender Überlegung beikommen läßt. Wir beobachten bei der Mehrzahl der Lamellibranchiaten, wie schon erwähnt, daß Typen mit dicken, stark gewölbten Klappen und mit kräftigen, noch dazu eingerollten Wirbeln auch starke, heterodonte Schlösser besitzen. Eine Ausnahme bilden diesbezüglich nur die an der Beschaffenheit der Schale leicht erkennbaren Austern. Es erschien mir deshalb auch von vornherein unwahrscheinlich, daß *Pomarangina* eines Schlosses ermangele. Diesen Eindruck verstärkt die Betrachtung des Stein-

[1] DIENER, Ladinic usw. faunae of Spiti. Pal. indica. 1908. 5. No. 3. p. 64. Taf. 10 Fig. 5—6.

kerns (l. c. Fig. 5 c und d), dessen mächtig über dem Schloßrand aufragende Wirbelregion durch ihre starke innere Aushöhlung den Besitz eines kräftigen Schlosses beinahe zur Gewißheit macht. Sehen wir uns nun nach der nächstverwandten, ein kräftiges Schloß besitzenden Gattung um, so kommt eigentlich nur ein Typ in Betracht, den ich kürzlich aus den karnischen Padang-Schichten von SW-Sumátra beschrieb [1]. Es ist dies eine zwar etwas großwüchsigere Art, die aber durch ihre dicke, konzentrisch berippte Schale, den schiefovalen Umriß, durch kräftige Wölbung und starke, prosogyre Wirbel auf den ersten Blick so lebhaft an *Pomarangina Haydeni* Dien. erinnert, daß ich sie als *P.* aff. *Haydeni* ohne Bedenken in das Genus *Pomarangina* einreihte und in die Nähe der Diener'schen Spezies gestellt habe. Als es dann gelang, bei der Sumátraform einen starken, hufeisenförmigen Schloßzahn (l. c. Fig. 37) nachzuweisen, wie ihn ähnlich nur einige *Gonodon*-Arten aufweisen, zweifelte ich nicht daran, daß *Pomarangina* in die Familie der Luciniden und in die Nähe von *Gonodon* zu stellen ist.

Mit dieser Meinung erklärt sich jedoch Diener in der eingangs erwähnten Äußerung (l. c. p. 130) nicht einverstanden. Diener hält die Sumátraform für generisch verschieden von *Pomarangina*. Er erklärt sie als Vertreter eines neuen Genus, das er liebenswürdigerweise als *Krumbeckia* bezeichnet, und gibt ihr zugleich den neuen Artnamen *tambangensis*. So berechtigt nun auch dieses letztere erscheint, so wenig kann ich einer generellen Trennung der beiden Formen auf Grund der beiden, von Diener angeführten Unterscheidungsmerkmale zustimmen. Es sind 1. die Ungleichklappigkeit, 2. die spirale Einrollung der Wirbel bei *Pomarangina Haydeni*.

Was No. 1 betrifft, so wertet Herr Diener den in meiner Beschreibung der Sumátraform enthaltenen Passus, daß die Schalen „anscheinend gleichklappig" sind, in Gleichklappigkeit schlechthin um. Das ist aber deshalb nicht zu empfehlen, weil das einzige, durch meine Fig. 36 veranschaulichte, doppelklappige, leider verdrückte Exemplar, wie mir jetzt scheint, sogar eher für eine kräftigere Ausbildung der rechten Klappe spricht. Zu No. 2 ist zu bemerken, daß der Einrollung der Wirbel doch kaum der Rang eines gattungsscheidenden Merkmals zukommt, wie beispielsweise ein Blick auf die von Frech in der Lethaea abgebildeten Megalodonten der oberen Trias oder — als für unseren Fall noch wichtiger — auf die von Bittner (Lamell. alp. Trias, Taf. III) beschriebenen Gonodonten lehren kann.

Bis zur Auffindung neuen, ausschlaggebenden Materials muß ich aus obigen Gründen an meiner Auffassung festhalten, d. h. ich behaupte:

[1] Palaeontogr. 1914. Suppl. IV. p. 256. Taf. 17 Fig. 36—38.

1. daß *Pomarangina Haydeni* ein kräftiges Schloß besitzt,

2. daß dieses Schloß auf Grund ihrer generellen Verwandtschaft mit der sumatranischen *P. tambangensis* wahrscheinlich *Gonodon*-ähnlich ist und

3. daß deshalb auch *P. Haydeni*, als Urtyp der Gattung, voraussichtlich in die Familie der Lucinidae, und zwar in die Nähe von *Gonodon* gehört.

Die alkalifreien Aluminiumaugite.

Von **H. E. Boeke.**

Mit 8 Textfiguren.

In dies. Centralbl. 1915, p. 225—232, hat Herr Tschermak unter dem Titel: „Das Mischungsgesetz der alkalifreien Aluminiumaugite“ die kürzlich von mir[1] zusammengestellten Analysendaten der tonerdehaltigen Augite für Schlußfolgerungen über die chemische Zusammensetzung dieser Augite verwendet. Ich sehe mich veranlaßt, dazu folgendes zu bemerken.

Nach Herrn Tschermak sollten sich die alkalifreien Tonerdeaugite als Mischungen der Verbindungen Si_2CaMgO_6 (Di), $Si_2Mg_2O_6$ (En), $SiMgAl_2O_6$ (Ts) und $SiCaAl_2O_6$ (Tc) darstellen lassen, worin Mg teilweise durch zweiwertiges Eisen und Mangan, Al durch dreiwertiges Eisen und eventuell Chrom isomorph vertreten sein kann. Schreibt man die Augitformel unter Fortlassung des Sauerstoffs als

$$Si_p Ca_q Mg_r Al_{2s},$$

so würde aus der obigen Annahme folgen:

$$p = q + r.$$

Auch die einfachere Annahme der Komponenten $SiCaO_3$ (Wo), $SiMgO_3$ und Al_2O_3 führt zu der Beziehung $p = q + r$ (Tschermak, l. c. p. 228 und 232).

Selbstverständlich würde das Zutreffen der Beziehung $p = q + r$ einen Rückschluß auf die Komponenten, etwa Di, En, Ts und Tc oder Wo, En und Al_2O_3, nicht gestatten, wie es schon aus der doppelten Komponentenannahme des Herrn Tschermak hervorgeht. Ist aber umgekehrt die Beziehung $p = q + r$ für einen bestimmten Augit nicht erfüllt, so kann dieser Augit auch nicht als Mischkristall der genannten Komponenten gelten.

[1] Zeitschr. f. Krist. 1914. **53**. p. 445.

Zur Prüfung der Beziehung p = q + r hat Herr TSCHERMAK einmal aus acht von ROSENBUSCH mitgeteilten und von mir auf Molprozente der Oxyde umgerechneten Analysen das Mittel gezogen, weiterhin aus 109 Analysen meiner Umrechnung mit weniger als 1 % Alkalien und einer zulässigen Analysensumme. Diese Mittelwerte sind:

	p	q	r	s	p	q + r	Δ
8 Analysen	48,05	23,33	25,01	3,61	48,05	48,34	— 0,29
109 „	48,42	21.70	25,89	3,99	48.42	47,59	+ 0.83

Für die Mittelwerte ist somit die Forderung p = q + r annähernd erfüllt.

Handelte es sich um die Ausmerzung zufälliger Fehler (etwa Analysenfehler), so wäre die Mittelnahme durchaus zulässig gewesen; wo aber das Gesetz der Veränderlichkeit von Größen — in diesem Falle der Mengen der Bestandteile des Augitmischkristalls — gesucht wird, kann nur das Verhalten der einzelnen Vertreter der Gruppe, nicht ein Durchschnittswert, Aufschluß geben. Die Zahl Δ bei den 109 einzelnen Analysen ist somit wesentlich; sie wurde von Herrn TSCHERMAK nicht mitgeteilt und ist deshalb in der Tabelle I (siehe p. 424) zur Ergänzung angeführt. Die Nummern beziehen sich auf diejenigen meiner oben zitierten Arbeit[1].

Man sieht aus der Tabelle, daß die Differenz Δ z. T. recht beträchtliche Werte erreicht. Es liegt kein Grund vor anzunehmen, daß die Analysen mit großem Δ-Werte unzuverlässig seien. Im Gegenteil wurden diese Analysen teilweise in neuester Zeit oder von anerkannt sorgfältigen Forschern ausgeführt. Eine Beziehung p = q + r als Mischungsgesetz der alkalifreien Tonerdeaugite ist somit nicht allgemein erfüllt, und damit erweist sich auch die TSCHERMAK'sche Hypothese, daß die Augite allgemein als Mischungen der Komponenten En, Di, Ts und Tc oder Wo, En und Al_2O_3 aufgefaßt werden können, als unrichtig. Entsprechend kommt auch ZAMBONINI (l. c.) zum Schluß, daß die Hypothese von TSCHERMAK endgültig verlassen werden muß.

Die Tatsache, daß das Mittel von Δ nahezu gleich Null ist, soll weiter unten näher besprochen werden.

---

[1] Nach Niederschrift dieser Zeilen erhielt ich eine Abhandlung des Herrn F. ZAMBONINI (Atti d. R. Accad. d. Scienze fis. e mat. di Napoli, 1914. **16**. Ser. 2a, No. 2), der ebenfalls für die von mir umgerechneten Augitanalysen die Zahlen p und q + r zusammengestellt und aus ihrer z. T. erheblichen Differenz gefolgert hat, daß die Beziehung p = q + r für die Augite keineswegs allgemein zutrifft. Die Wiederholung der Tabelle an dieser Stelle geschieht bloß der einfachen Übersicht wegen.

Tabelle I.

No.	p	q + r	Δ	No.	p	q + r	Δ	No.	p	q + r	Δ
2	48,4	46,15	2,25	47	48,05	49,6	— 1.55	113	47.5	45.5	2.0
5	50,4	46,2	4,2	48	49.95	40,95	9,0	114	46,95	50,6	— 3,65
6	44,2	47,1	— 2,9	49	51,6	47,15	4,45	115	48,55	46,05	2,5
8	48,95	49,15	— 0.2	55	49,75	48,5	1,25	116	48,8	48,05	0,75
9	47,75	50,25	— 2,5	57	47.95	49,8	— 1,85	119	50,2	48,1	2,1
10	49,1	48,4	0.7	58	49.4	48,55	0.85	127	48,95	46.25	2,7
11	51.2	46,65	4,55	59	48.45	48,65	— 0,2	128	47,8	50,2	— 2.4
12	47,45	48,0	— 0,55	60	48.6	48,05	0.55	129	47.25	48.05	— 0,8
13	49,7	47,45	2.25	61	50,2	48,2	2,0	130	48,9	48,9	0,0
14	48,15	45,05	3,1	62	48,85	50,45	— 1,6	131	46,95	47,4	— 0,45
15	53,6	41,75	11,85	64	47,9	51,2	— 3,3	133	45,75	48,35	— 2,6
16	46,6	48,7	— 2,1	65	49,1	50,2	— 1,1	136	48.55	49,45	— 0,9
17	45,8	47,95	— 2,15	66	47,05	52,05	— 5,0	137	48,5	49,5	— 1,0
18	47,7	47,3	0,4	69	48,7	47,3	1,4	138	45,65	45,2	0,45
19	49,4	48,2	1,2	72	49.35	46,45	2,9	139	50,25	44,7	5,55
20	49.55	48,1	1,45	73	47,9	49,75	— 1,85	141	49,05	47,9	1,15
22	51,8	44,6	7,2	74	51,0	46,3	4,7	142	51,0	48,0	3,0
23	45.9	46,8	— 0.9	75	50,4	47,9	2,5	143	49,15	48,85	0,3
24	48,6	47,45	1,15	76	49,9	47,45	2,45	144	49,25	43.4	5,85
25	47.95	46,05	1,9	77	50,3	48,85	1,45	145	48,85	43,6	5,25
26	48,55	47,65	0,9	78	51,6	42.85	8,75	147	49,8	47,1	2,7
27	47,1	47,75	— 0,65	80	45,4	47,75	— 2,35	148	49.65	48,65	1,0
28	45,45	47,1	— 1,65	83	50,3	46.8	3.5	149	47,9	49,8	— 1,9
29	47.5	47,8	— 0.3	84	49,0	49,85	— 0,85	150	48,4	48,35	0,05
30	47,5	48,25	— 0,75	85	52,4	43,95	8,45	151	47,95	47,7	0,25
31	44.1	48,2	— 4,1	86	48.25	47,5	0,75	152	49,35	48,5	0,85
32	44,1	47.3	— 3,2	87	47.75	46,9	0,85	153	46.9	50,35	— 3,45
33	43,8	47,85	— 4,05	92	49,8	48.5	1,3	155	50.1	48,65	1.45
34	49,8	49,25	0,65	93	46,65	45.7	0,85	157	50,5	47,3	3,2
35	48,45	50,55	— 2,1	94	46.4	46,9	— 0,5	158	50,4	47,25	3,15
36	49,45	49,45	0,0	97	47.9	49,95	— 2.05	159	47.9	46.05	1,85
37	48,55	50,3	— 1,75	103	49,6	46.05	3,55	160	49,7	45,4	4,3
38	45,7	49,85	— 4,15	104	50,0	49,45	0,55	161	51,4	43,1	8,3
39	42,6	45,55	— 2,95	109	48,8	47,85	0.95	162	49,1	47,2	1,9
40	41,7	40,35	1,35	110	46.35	49,0	— 2,65	163	49,45	47,1	2,35
41	43,85	48,75	— 4,9	111	48,5	48,7	— 0,2				
43	45,0	45,8	— 0,8	112	48,3	48.7	— 0,4				

Die obigen Ausführungen gewinnen an Übersichtlichkeit, wenn die Analysen graphisch dargestellt werden, und zwar nach meinen früheren Auseinandersetzungen durch Punkte im Tetraeder mit den Komponenten SiO_2, CaO, MgO und Al_2O_3 in Molprozenten[1]. Trägt man in dieser Weise die Verbindungen $MgSiO_3$ (En), $MgCa(SiO_3)_2$ (Di), $MgAl_2SiO_6$ (Ts) und $CaAl_2SiO_6$ (Tc) oder auch $MgSiO_3$, $CaSiO_3$ (Wo) und Al_2O_3 ein, so zeigt es sich, daß die entsprechenden Punkte sämtlich in einer Ebene liegen (Fig. 1). Mischungen dieser Körper würden ebenfalls durch Punkte dieser Ebene darzustellen sein. Die Tatsachen der früher von mir durchgeführten graphischen Darstellung und Projektion des Augitmischkristallkörpers im Tetraeder schließen es offenbar aus, daß der Augit nur durch Punkte der genannten Ebene dargestellt werden könnte.

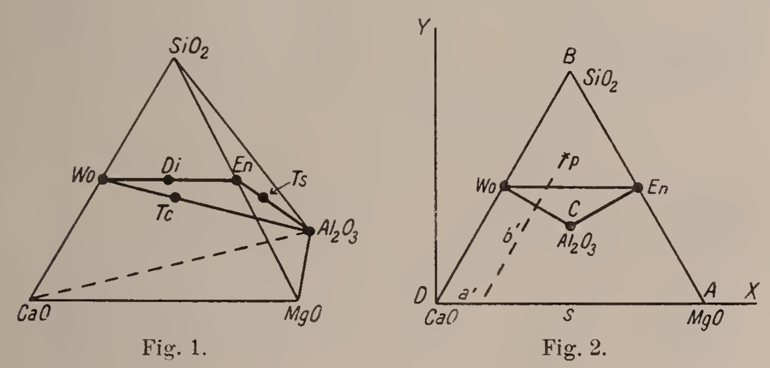


Fig. 1. Fig. 2.

Bei der damals gewählten Projektion auf die kristallographischen Achsenebenen des Tetraeders kommt jedoch die Lage des Augitmischkristallkörpers in bezug auf die Ebene Wo—En—Al_2O_3 noch nicht deutlich zum Ausdruck. Hierzu wäre es erwünscht, die orthogonale Projektion einmal auf eine Ebene durch die Linie Wo—En und senkrecht zu Wo—En—Al_2O_3 vorzunehmen — wobei die letztere Ebene als Linie erscheint —, zweitens auf die Ebene Wo—En—Al_2O_3 selbst, was den Durchschnitt des Augitmischkristallkörpers und der Ebene Wo—En—Al_2O_3 in wahrer Gestalt ergibt. Diese Änderungen der Projektionsebene dürften auch für sonstige spätere Anwendungen der Tetraederdarstellung von Nutzen sein.

[1] Der Versuch von Zambonini (l. c.), die Verhältnisse zu „vereinfachen“ durch Zusammenziehen der Komponenten CaO und MgO und Auffassung des Systems als ein solches dreier Komponenten, kommt mir nicht glücklich vor. Wo die graphische Behandlung von Vierstoffsystemen noch leicht möglich ist, ist diese jedenfalls besser dazu geeignet, zur Feststellung von Beziehungen zu führen als eine solche, bei denen die Differenzierung künstlich herabgesetzt worden ist.

1. Orthogonale Projektion auf eine Ebene parallel der Linie Wo—En und ⊥ Wo—En—Al_2O_3. Wir gehen von der orthogonalen Projektion auf der Tetraederfläche SiO_2—CaO—MgO aus (Fig. 2). Es sei der Molekulargehalt eines beliebigen Augits P an MgO, SiO_2, Al_2O_3 und CaO resp. a, b, c und d, worin $a + b + c + d = 100$ = Tetraederkante s. Es sind dann (vergl. meine zitierte Arbeit p. 447) die Koordinaten a′ und b′ der Projektion von P

$$a' = a + \tfrac{1}{3} c$$
$$b' = b + \tfrac{1}{3} c.$$

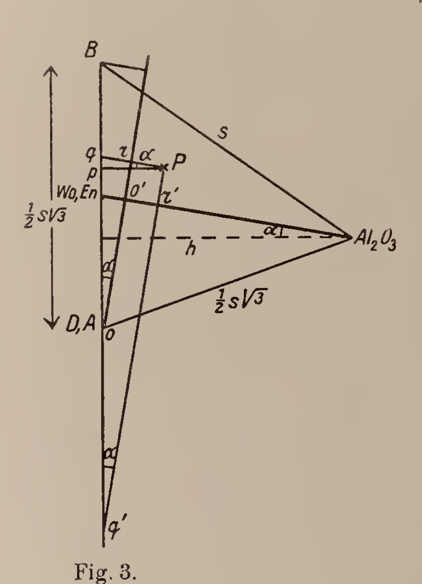


Fig. 3.

Die Projektionsebene wird nunmehr um die Linie DA so weit gedreht, daß sie eine Lage senkrecht zur Ebene Wo–En–Al_2O_3 einnimmt. Bei dieser Transformation bleibt für jeden Punkt des Tetraeders die Abszisse im

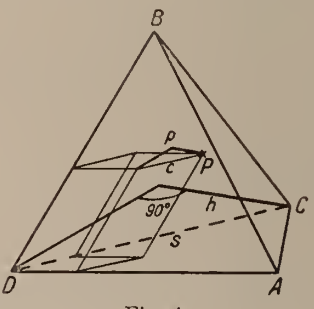


Fig. 4.

rechtwinkligen Koordinatensystem YDX dieselbe, während sich die Ordinate um einen Betrag ändert, der von der Lage von P innerhalb des Tetraeders abhängig ist. Für die Abszisse gilt

$$x = a' + \tfrac{1}{2} b'$$

oder

$$x = a + \tfrac{1}{2} b + \tfrac{1}{2} c. \qquad \text{(I)}$$

Die Änderung der Ordinate ist in der Seitenansicht Fig. 3, senkrecht zu DBA und zu Wo—En—Al_2O_3 der Fig. 2, erläutert. Gesucht wird die Ordinate or (oder y_1). Der Drehungswinkel α der Projektionsebene findet sich aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{2} s \sqrt{3}}{\frac{1}{3} s \sqrt{6}} = \tfrac{1}{8} \sqrt{2}.$$

Zur Berechnung von or ist nur noch die Entfernung pP von P bis zur Tetraederfläche DBA erforderlich. Fig. 4 zeigt:

$$pP : c = h : s$$

oder

$$pP = \tfrac{1}{3} c \sqrt{6}.$$

Jetzt ist or aus Fig. 3 leicht zu berechnen (vergl. Fig. 2):

$$op = \tfrac{1}{2} b' \sqrt{3} = \tfrac{1}{2} (b + \tfrac{1}{3} c) \sqrt{3}$$

$$pq = pP \operatorname{tg} \alpha = \tfrac{1}{3} c \sqrt{6} . \tfrac{1}{8} \sqrt{2} = \tfrac{1}{12} c \sqrt{3}$$

$$y_1 = or = oq \cos \alpha = (b + \tfrac{1}{2} c) \tfrac{1}{2} \sqrt{3} . \cos \alpha. \qquad \text{(II)}$$

2. Orthogonale Projektion auf die Ebene Wo—En—Al_2O_3. Wiederum drehen wir die ursprüngliche Projektionsebene DBA um die Linie DA, jetzt aber um einen Winkel $90^0 + \alpha$. Die Abszissen der Punkte bleiben dieselben, die Ordinaten dagegen erhalten den Wert

$$y_2 = o'r' = (5c - b) \tfrac{1}{2} \sqrt{3} . \sin \alpha, \qquad \text{(III)}$$

wie es nach dem Vorhergehenden aus Fig. 3 gleich hervorgeht[1].

In der Tabelle II (p. 428) sind die Abszisse x und die Ordinaten der beiden Projektionen für die schon erwähnten 109 Analysen eingetragen. Die Ordinate in der Ebene $\perp$ Wo—En—Al_2O_3 ist als y_1 (vergl. Fig. 5), die Ordinate in Wo—En—Al_2O_3 als y_2 (vergl. Fig. 6) bezeichnet (p. 429).

Die Fig. 5 zeigt die Lage der Punkte beiderseits der als Linie erscheinenden Ebene Wo—En—Al_2O_3. Wie es aus der schwach positiven Durchschnittszahl Tschermak's (siehe oben) schon hervorging, verteilt diese Ebene den Augitmischkristallkörper in zwei ungleiche Teile. Im übrigen weichen die Punkte sowohl nach der SiO_2-, wie nach der $CaO + MgO$-Seite z. T. erheblich ab. Als Umgrenzung des Mischkristallfeldes ist eine Linie gezogen, die aber keineswegs als endgültig gelten soll und an der Hand einwandfreier zukünftiger Analysen jederzeit berichtigt werden kann.

---

[1] Falls α bei anderen Anwendungen der hier beschriebenen Projektionsmethode nicht den besonderen Wert $\operatorname{arc.tg} \tfrac{1}{8}\sqrt{2}$ besitzt, bekommen die Formeln II und III die folgende allgemeinere Gestalt:

$$y_1 = \tfrac{1}{2} (b + \tfrac{1}{3} c) \sqrt{3} \cos \alpha + \tfrac{1}{3} c \sqrt{6} \sin \alpha$$

$$y_2 = -\tfrac{1}{2} (b + \tfrac{1}{3} c) \sqrt{3} \sin \alpha + \tfrac{1}{3} c \sqrt{6} \cos \alpha,$$

wie aus Fig. 3 ersichtlich. — Unter Umständen wird noch eine zweite Rotation der Projektionsebene, wodurch sich die Abszisse x ebenfalls ändert, notwendig sein. Auch in diesem allgemeinsten Fall lassen sich die Koordinaten leicht berechnen.

Tabelle II.

No.	x	y_1	y_2	No.	x	y_1	y_2	No.	x	y_1	y_2
CaO	0	0	0	37	51,54	41.89	— 6,45	110	54,37	41.47	— 3,52
MgO	100	0	0	38	50,92	40,88	— 3,54	111	50,3	42,56	— 5.20
SiO_2	50	85,28	—15,08	39	54,82	41,36	+ 2,51	112	50,65	42,45	— 5,03
Al_2O_3	50	42,64	75,38	40	47,15	43.18	+ 7.21	113	53.15	43,49	— 1,88
Wo	25	42,64	— 7,54	41	51,02	40,58	— 0.96	114	52,04	41,07	— 5,23
En	75	42,64	— 7,54	43	51.57	42,29	+ 0,19	115	50,67	43,69	— 3,25
Di	50	42,64	— 7,54	47	49.79	41.97	— 5,47	116	50,07	42,94	— 4,98
Ts	66,7	42,64	20,10	48	48,32	46,45	— 0,67	119	50.47	43,56	— 6,25
Tc	33.3	42,64	20,10	49	51,05	44.50	— 6,88	127	48,47	43,77	— 3,76
2	55,75	43.58	— 3,23	55	66.14	43,17	— 6,18	128	48.05	41.60	— 5,70
5	51,0	44,43	— 5,04	57	49,49	41,82	— 5,53	129	54,27	42,29	— 3,58
6	44.27	41,40	— 0,07	58	50,15	43,02	— 5,86	130	55,87	42,60	— 5,75
8	53,27	42,55	— 5.86	59	49,27	42,55	— 5,12	131	50,89	42,42	— 2,82
9	51,17	41,57	— 5,69	60	48,97	42,87	— 4,80	133	49.34	41,49	— 2,49
10	57,07	42.95	— 5,48	61	50.82	43,50	— 6,32	136	49,32	42,25	— 5,81
11	61,3	44,59	— 6,06	62	51,82	41,95	— 6.84	137	52,4	42,20	— 5,80
12	50.59	42,38	— 3,72	64	54,7	41.21	— 6,54	138	46,79	42,81	+ 0,02
13	50,42	43.59	— 5,34	65	55,57	42,18	— 6.84	139	52.54	44,95	— 3,84
14	54,67	43.87	— 2,13	66	55,22	40,50	— 6,42	141	53,12	43,15	— 5,06
15	54.2	47,67	— 4,54	69	55,35	43,23	— 4,33	142	49.9	43.90	— 6,94
16	57,32	41,70	— 3,52	72	48,44	43,88	— 4,24	143	54.22	42,77	— 5,90
17	47,57	41.70	— 2,19	73	53,02	41,84	— 5,46	144	48,04	45,12	— 1,88
18	53,2	42,80	— 3,42	74	52.72	44,67	— 5,62	145	49,52	44,89	— 1,64
19	50,22	43.11	— 5,68	75	50,42	43,68	— 6,36	147	53,32	43,76	— 5,21
20	52,07	43.28	— 5,66	76	53,07	43,68	— 5,52	148	54.77	43,07	— 6,20
22	65.87	45,72	— 5,06	77	50,3	43,22	— 6,98	149	55,62	41,83	— 5,45
23	53,37	42.22	— 1,45	78	50,35	46,35	— 3,63	150	57,0	42,68	— 4,81
24	52,42	43.10	— 4.35	80	52,7	41,60	— 1.72	151	52.74	42,73	— 3,95
25	51,27	43,45	— 2,71	83	49,8	44,13	— 5,40	152	48,97	43.01	— 5,78
26	50,29	43.05	— 4,42	84	51,45	42,29	— 6,48	153	50,7	41,18	— 4,96
27	52,62	42,30	— 3,30	85	51,2	46,21	— 5,19	155	49.35	43,22	— 6,65
28	50,94	41,89	— 1,24	86	47,17	42,98	— 4,03	157	66,32	43,97	— 5,99
29	52.5	42,50	— 3,62	87	52,82	42.98	— 3,20	158	58,77	43,97	— 5,82
30	53,3	42,32	— 3,92	92	49,77	43.18	— 6,26	159	51,3	43,46	— 2,62
31	47,77	40,90	— 0,81	93	48,04	43,02	— 1,27	160	52,45	44,46	— 3,80
32	46,5	41,28	— 0,17	94	47,35	42,40	— 1,94	161	57,2	46.16	— 3,60
33	46,97	40,90	— 0,30	97	53,47	41,75	— 5,60	162	47,45	43,44	— 4,61
34	50,22	42,87	— 6,79	103	48,02	44,15	— 4,20	163	49,94	43,62	— 4,85
35	50,67	41,73	— 6,55	104	49.57	42.86	— 7,12				
36	50,47	42.64	— 6,63	109	48.22	43.04	— 4.83				

Die Projektion des ganzen Tetraeders, Fig. 7 u. 8 (p. 430), zeigt die relative Größe des Mischkristallfeldes. Die Umgrenzung des Mischkristallfeldes bedeutet die Sättigungsgrenze der Mischkristalle in der

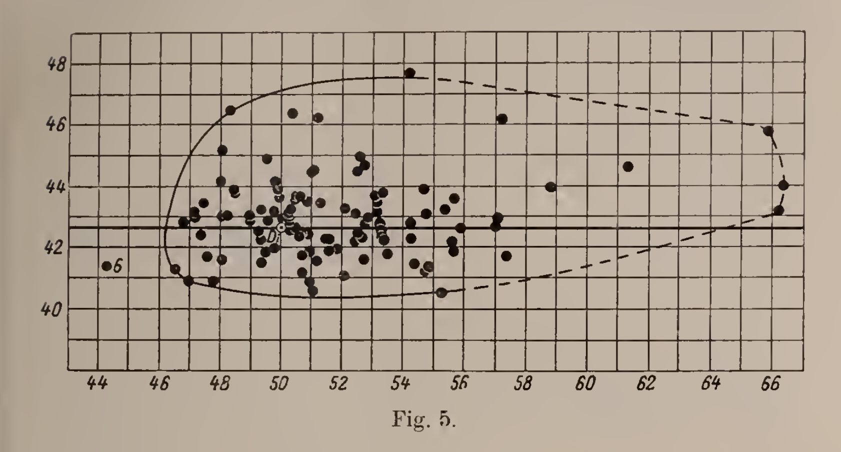


Fig. 5.

Fig. 6.

durch die Projektionsebene gewählten Richtung und gibt daher für spätere synthetische oder analytische Forschungen über die Augitmischkristalle wichtige Anhaltspunkte, die sich aus den Analysen-

tabellen oder ihren Umrechnungen nicht ersehen lassen. Insoweit ist die graphische Darstellung geeignet, nicht bloß die Anschaulichkeit zu erhöhen, sondern auch eine positive Vertiefung unserer Kenntnisse über verwickelte Mischkristallbildungen anzubahnen, was von Tschermak wohl mit Unrecht in Zweifel gezogen wurde.

Fig. 6 [1] und Fig. 8 zeigen die Projektionen der Analysen in der Ebene Wo—En—Al_2O_3. Für die Umgrenzung des Mischkristallfeldes gilt das oben zu Fig. 5 und 7 Gesagte.

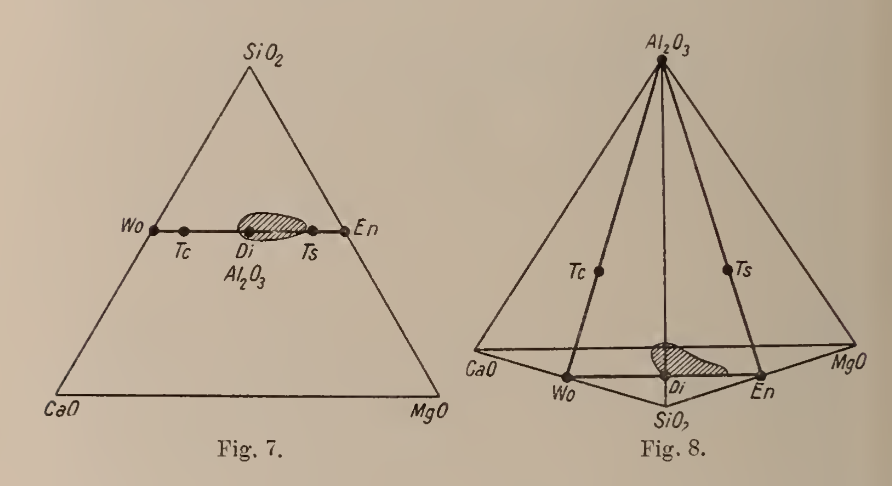


Fig. 7. Fig. 8.

In kristallographischer Hinsicht besteht bekanntlich eine enge Beziehung zwischen den diopsidischen Pyroxenen als reinen Metasilikaten und den tonerdehaltigen Gliedern der Gruppe. Man könnte daher versucht sein, die Metasilikate, und zwar insbesondere diejenigen zwischen Diopsid—Hedenbergit und Enstatit—Hypersthen, als „Lösungsmittel" für die übrigen Bestandteile der Pyroxenmischkristalle aufzufassen. Hierbei wäre jedoch zu bedenken, daß eine solche Auffassung weder über die innere Struktur, das Raumgitter, der Mischkristalle Auskunft gibt, noch auch in physikalisch-chemischem Sinne einen Fortschritt bedeutet. Die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte haben zur Genüge bewiesen, daß die Unterscheidung von „Lösungsmittel" und „gelöstem Stoff" zwar für sehr starkes Überwiegen der einen Komponente (des „Lösungsmittels") wegen der dann herrschenden einfachen Gesetze zweckmäßig ist, daß im übrigen die Komponenten eines homogenen Gemisches, sei

[1] No. 6 in Fig. 5 und 6 bezieht sich auf eine Pseudomorphose nach Gehlenit, No. 39 und 40 auf Angaben von C. Doelter, die wohl noch einer näheren Bestätigung bedürfen.

es gasförmig, flüssig oder fest am besten als gleichwertig behandelt werden. Bei den durch Mischkristallbildung ausgezeichneten gesteinsbildenden Mineralen ist es eine erste Aufgabe, die Grenzen der stofflichen Veränderlichkeit im homogenen Gebilde festzustellen. Daß hierzu die Wahl oxydischer Komponenten am allgemeinsten und daher zunächst am zweckmäßigsten ist, dürfte nach den obigen Ausführungen wie nach meiner Notiz in dies. Centralbl. 1915, p. 1—3, nunmehr wohl außer Zweifel stehen. Eventuell vorhandene Beziehungen zu bestimmten stöchiometrischen Verbindungen werden dann aus diesen allgemeinen oxydischen Darstellungen ersichtlich sein. Solche Beziehungen liegen aber m. E. beim Aluminiumaugit nicht vor, abgesehen von den schon genannten Metasilikaten.

Schließlich möge noch bemerkt werden, daß die Zusammenfassung einiger Oxyde, so daß die Gesamtzahl der Komponenten vier nicht übersteigt, ein vorläufig unvermeidliches Übel ist, das durch die Dreidimensionalität des Raumes bedingt wird. Ließe sich die Umgrenzung der Mischkristallfelder durch eine konkrete mathematische Gleichung wiedergeben, so könnte man auch diese Beschränkung der Komponentenzahl fallen lassen.

Frankfurt a. M., Mineralog.-petrogr. Inst. der Universität.

Über die Entstehung des Nephrites und des Carcaro von Harzburg.

Von **J. Fromme** in Egeln.

Mit 4 Textfiguren.

Herr Privatdozent Dr. J. Uhlig kommt in einer neuen Arbeit über den Harzburger Nephrit (Literaturvermerk 1914 a) zu wesentlich anderen Anschauungen über dessen Entstehung als in seiner ersten Arbeit (1910 a). Hatte er ursprünglich angenommen, der Harzburger Nephrit am Koleborn sei entstanden durch Verknetung eines plagioklasarmen Gabbroganges mit seinem Nebengestein, dem Harzburgit, unter dem Einfluß der Ödemmetamorphose, so nimmt er jetzt an, dieser Nephrit sei entstanden aus Pyroxenitgängen im Harzburgit unter der Einwirkung hydrochemischer und dynamischer Vorgänge. Demgemäß erblickt er jetzt in einem, in der Nähe des großen Nephritganges aufsetzenden Carcarogange das von der völligen Nephritisierung verschont gebliebene Muttergestein des Nephrites.

Zur Änderung seiner Anschauung mit beigetragen hat ein von mir in Goslar in der Frühjahrssitzung des Niedersächsischen geologischen Vereins vom Jahre 1913 gehaltener Vortrag über den Nephrit, in welchem ich darlegte, daß der große Nephritgang der

Verwerfer eines grobkörnigen Gabbroganges sei, daß er mit zahlreichen Nephrit-Asbestgängen ein ganzes System von Verwerfungsspalten darstelle, seine Entstehung von der Ödemmetamorphose unabhängig, und er durch eine Art von Lateralsekretion und Gebirgsdruck entstanden sei (1913).

Uhlig hat meine Darlegungen z. T. so gedeutet, daß Mißverständnisse entstehen können. Es ist das einer der Gründe, weshalb ich auf seine Arbeit zurückkommen muß. Hervorheben möchte ich aber besonders, daß die Verschiedenheit seiner und meiner Ansichten über den Harzburger Nephrit in der Frage wurzelte: Ist nach Kalkowsky der Serpentin (in unserem Falle der Harzburgit) oder nach Steinmann der Pyroxenit (Carcaro) das Muttergestein des Nephrites? (1906 bezw. 1908).

Je länger ich die beiden Harzburger Nephritvorkommen an der Baste und am Koleborn studiert habe, was mir namentlich durch neue, höchst interessante Funde ermöglicht wurde, desto mehr Ähnlichkeiten haben sich bisher untereinander und mit dem ligurischen Vorkommen ergeben. Von diesem verdanke ich schönes Vergleichsmaterial der Freundlichkeit des Herrn Geh. Rat Kalkowsky. Glaubte ich bisher schon, die Kalkowsky'schen Forschungen in Ligurien, ganz besonders im Hinblick auf die Genesis des Nephrites, hätten in Harzburg im wesentlichen ihre Bestätigung gefunden, so beweisen meine neuen Funde unmittelbar die Richtigkeit der Kalkowsky'schen Theorie von der Umwandlung von Serpentin in Nephrit. Dabei will ich hier gleich betonen, daß ich den durch Uhlig neuerdings geführten Nachweis der Nephritisierung auch von Carcaro als gelungen betrachte. In Harzburg kommen also beide Prozesse in Frage.

I. Erläuterungen zu meinem Vortrage, Einwendungen zu Uhlig's Darlegungen und über die Entstehung des Carcaro.

1. Uhlig führte zur Begründung seiner früheren Theorie, daß der Nephrit ein Verknetungsprodukt von plagioklasarmem Gabbro mit Harzburgit sei, an, der Nephrit enthalte braune Hornblende und Reste von Diallag. Er folgerte: „daß sicherlich ein sich an die Gabbros anschließendes diallaghaltiges Gesteinsmaterial bei der Nephritbildung verarbeitet worden“ sei (1910a, p. 94). Ferner sagte er, daß der Nephritgang am Koleborn „außer allerlei kleineren Adern noch von ziemlich grobkörnigem Gabbropegmatit durchsetzt“ werde (1910b, p. 3).

Daß der Nephritgang an allen Stellen Carcaro enthalte, davon sagte Uhlig bis dahin nichts; er erwähnte nur eine $2\frac{1}{2}$ cm breite Ader von „Prehnit-Carcaro“ neben dem Nephritgange (1910a,

p. 96 ff. und b, p. 6). Das eingeknetete Gabbrogestein war ihm Hauptsache für seine Theorie.

In meinem Vortrage in Goslar habe ich mich bei der Zusammenfassung meiner Anschauungen über die Entstehung des Nephrites u. a. in folgender Weise geäußert: „Strahlstein, Diopsid und Chlorit sind durch eine Art von Lateralsekretion in die Spalten eingedrungen und darin zum Absatz gelangt. Dabei lieferte der Harzburgit die Magnesia, der Gabbro den Kalk und die Tonerde. Strahlstein und Diopsid sind dabei oder auch später durch Gebirgsdruck längs des erwähnten Spaltensystems zu Strahlsteinfilz und Carcaro verdrückt und gleichzeitig mit Chlorit zu streifigen Aggregaten zusammengepreßt worden. Von den Gabbrogängen her verschleppte und in die Spalten eingequetschte Brocken von Gabbro sind hie und da mit verknetet worden.“

Ähnlich habe ich mich in meinem Vortrage im Verein für Naturwissenschaft in Braunschweig im Jahre 1913 ausgesprochen (Sitz. vom 27. Nov.).

Uhlig teilt nun erst ein Jahr später mit, daß der Nephritgang am Koleborn überall Reste von Carcaro enthalte, sagt aber trotzdem: „Es kann sich also sicherlich nicht bloß, wie J. Fromme annimmt, um einige von oben her aus dem Gabbrogang in die Verwerfungsspalte hineingeratene Bruchstücke handeln“ (1914 a, p. 456).

Danach muß wohl ein Mißverständnis Uhlig's vorliegen, denn nach meinem obigen Erklärungsversuch durfte er nicht annehmen, ich habe den Carcaro für umgewandelte Gabbrostücke gehalten. Uhlig ist überhaupt wohl der einzige gewesen, der eine Entstehung des Nephrites durch Verknetung von Harzburgit und Gabbro angenommen hat. Die in meiner Erklärung erwähnten, eventuell eingekneteten — für die Genesis des Nephrites belanglosen — Gabbrobrocken mußte ich auf Grund der Angaben Uhlig's schließlich mitanführen, damit das von ihm für seine erste Theorie zur Voraussetzung gemachte Vorkommen gabbroiden Gesteins im Nephrit überhaupt verständlich werden konnte.

Der Carcaro am Koleborn ist dem ligurischen bis auf unwesentliche Abweichungen in der Farbe äußerlich und mikroskopisch ähnlich. Jener von der Baste ist z. T. dem gefleckten von Ligurien ähnlich. Von allen Proben habe ich Dünnschliffe zum Vergleich herangezogen. Beide Harzburger Vorkommen habe ich analysiert.

I. Baste. Gemenge von Diopsid, Carcaro und Chlorit, linsenförmig im Harzburgit steckend. Chlorit durch Behandeln mit heißer Salzsäure entfernt. Gewonnenes Analysenmaterial z. T. nicht ganz frisch. Spez. Gew. = 3,141 bei 15° C. Gesammelt 1909, anal. 1912.

II. Koleborn. Carcaro aus einem bereits in Goslar vorgelegten, streifigen Gemenge von Nephrit und Carcaro aus den

oberen Teilen des Nephritganges. Sehr rein und frisch. Spez. Gew. = 3,276 bei 15⁰ C.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	H_2O	Sa.
I. . .	55,96	1,29	0,77	5,46	0,09	18,76	16,15	2,04	100,52
II. . .	53,78	1,23	0,86	4,95	0,38	23,45	14,75	0,90	100,30

2. Uhlig bekämpft meine Anschauungen über die Entstehung des Nephrite und Carcaros durch eine Art von Lateralsekretion. Er sagt p. 457: „Ich will nicht leugnen, daß es bei Harzburg Strahlsteingänge von gleicher Mächtigkeit wie am Nephritgang (20 cm) gibt. Mir sind nur solche von wenig Zentimeter Dicke bekannt." Demgegenüber darf ich hier bemerken, daß der große Nephritgang am Koleborn nicht 20 cm, sondern nur etwa halb so breit, z. T. noch schmäler ist. Nebenbei bemerkt: Ich hatte die Angabe Uhlig's ohne Nachmessung übernommen.

Nun sei es gestattet, hier ganz kurz auf die bedeutenden Wirkungen der Lateralsekretion im Gabbro von Harzburg überhaupt hinzuweisen.

Die Strahlstein- und Chloritgänge am Schmalenberge, bezw. auch am Radauberge sind teilweise fast ebenso breit, ja der von mir beschriebene Quarz-Kalkspat-Pyknochloritgang war sehr viel mächtiger und in viel größerer Erstreckung aufgeschlossen als der große Nephritgang. Aber nicht nur Strahlstein und Chlorite, sondern auch chloritische Gangquarze sind hier Produkte der Lateralsekretion. Ich besitze ein 6 cm breites Gangstück von solchem Quarz, welches beiderseits tiefe Hohlformen vom Skalenoeder R 3 des Kalkspates aufweist, also sicherlich auf wässerigem Wege entstanden ist, jedenfalls keine eruptive Bildung darstellt.

3. Uhlig sagt auf p. 457: „Dagegen scheint Diopsid als wässeriger Absatz auf Spalten im Harzburger Gabbrogebiet nicht bekannt zu sein." Im Widerspruch damit sagt er auf p. 478 von dem, im Harzburgit an der Baste in Linsen vorkommenden Diopsid-Carcarovorkommen: „Schließlich fand sich auch ein vorwiegend aus Chlorit bestehendes Trum, dessen Aggregate regellos durchspießt werden von ziemlich langen und dünnen Pyroxennädelchen." Also ist doch zweifellos sekundärer Pyroxen, der von dem, mit ihm zusammenhängenden Carcaro natürlich nicht zu trennen ist, im Harzburgit vorhanden. Es ist Diopsid-Carcaro von demselben Vorkommen, welches ich schon im Jahre 1909 gesammelt und dann in Goslar als „jüngere Bildung" bezeichnet hatte, Pyroxen, der sich auf Kosten des Chlorites unter Zufuhr von Kalk etc. gebildet hat (Fig. 1. Anal. oben). — Außerdem aber sieht Uhlig den manganhaltigen Diopsid auf Spalten des — übrigens Rutil führenden — Prehnitgabbro vom Koleborn selbst als zweifellos sekundäres Mineral an (1914 b, p. 448).

Im Hinblick auf die vorhandenen Analogien zwischen dem ligurischen und Harzburger Carcaro-Nephritvorkommen ist es endlich von Interesse, was Uhlig über den ligurischen Carcaro geäußert hat: „Nach dem Studium der Präparate E. Kalkowsky's muß ich mich durchaus seiner Ansicht anschließen, daß der von ihm Carcaro genannte Diopsidfels eine mit Nephrit analoge Neubildung ist, nicht, wie Steinmann glaubt, das der Nephritisierung entgangene Muttergestein des Nephrites“ (1910 a, p. 98).



Fig. 1. Diopsid mit Carcaro in Chlorit. Baste. Vergr. 13,5fach.

4. Ein von mir am Koleborn gesammeltes Stück Carcaro erweist sich im Schliff als ein ziemlich reiner Diopsidfilz mit Spuren von Strahlsteinasbest; es schließt je ein bohnengroßes Stück Bleiglanz und Chlorit ein. Hindurch zieht sich eine 2—3 mm dicke Ader feinster Diopsidfasern, die quer zur Ader stehen. Diese Diopsidfasern sind natürlich auch sekundärer Entstehung. Das ganze Stück, von dem ein Dünnschliff untersucht wurde, sehe ich im wesentlichen als eine Pseudomorphose nach Serpentin an, die Diopsidfasern als ehemaligen Chrysotil!

5. Eine besondere Betrachtung verdienen die Carcarogänge. Uhlig faßt seinen Carcaro als einen eruptiven Pyroxenitgang auf, „dessen Reste im Nephritgange in allerdings schon umkristallisierter

Form .... vorliegen" (1914 a, p. 458). Während er auf p. 457 der von mir geäußerten Ansicht, daß es lateralsekretionäre Bildungen seien, mit den Worten begegnet: „Ein eigentlicher Beweis wird nicht angeführt", läßt er selbst einen Beweis für die Eruptivnatur des Carcaro völlig vermissen. Ein solcher ist in Harzburg aber auch nirgends zu finden. So sind z. B. normale Eruptivstrukturen am Carcaro nicht vorhanden. Daß solche bei einer etwaigen Metamorphose im Uhlig'schen Sinne völlig verwischt sein sollten, ist um so weniger anzunehmen, als sie in anderen, den Harzburgit im Nephritspaltensystem durchsetzenden Eruptivgängen verschiedener Art noch aufs deutlichste erhalten geblieben sind. Aber auch vom geologischen Standpunkte aus ist das Auftreten solcher herzynisch gerichteter basischer Gänge wenig wahrscheinlich. Diese Richtung ist jüngeren Datums, wie aus den Arbeiten von Erdmannsdörffer hervorgeht; sie spielt in der geologischen Geschichte des der ältesten Intrusionsphase angehörigen Gabbros keine Rolle. Das wichtigste Gegenargument gegen die Annahme einer eruptiven Natur der Pyroxenaggregate liegt aber in dem Umstande, daß der Pyroxen sich mehrfach nachweislich auf Kosten des Chlorites gebildet hat, also sekundärer Entstehung ist.

Da Uhlig dies selbst an Proben von der Baste beobachtet hat, und für den manganhaltigen Diopsid vom Koleborn eine sekundäre Bildung annimmt, so ist es um so erstaunlicher, daß er die Natur des Carcarodiopsides nicht erkannt hat.

Hier wäre noch der Frage näher zu treten, ob in den Carcarogängen — es gibt deren mehrere am Koleborn — überhaupt echte Gänge vorliegen. Erst kürzlich habe ich dort zwischen dem großen Nephrit- und Uhlig's Carcarogange eine fußlange, 8 cm dicke Carcarolinse beobachtet, die durchaus nicht den Eindruck eines Ganges machte. An den Rändern geht die Linse allmählich in Harzburgit über, indem sie schwärzlichgrünen Serpentin aufnimmt, der im festsitzenden Nebengestein noch Reste von Bastit aufweist. Es liegt also primärer Kontakt vor. Die Linse besteht, was besonders im Anschliff aufs deutlichste hervortritt, in der Mitte aus fast reinem, graugelbem Carcaro, nach den Rändern hin aus einem fleckigen Gemenge von Carcaro, Chlorit, Nephrit und Harzburgit-Serpentin. Das Gestein ist dem gefleckten Carcaro aus Ligurien im Aussehen und in bezug auf Festigkeit und Härte zum Verwechseln ähnlich. Vereinzelt sind feine Spalten und sehr kleine Drusenräume mit Chloritblättchen und stark glänzenden, farblosen Diopsidkriställchen ausgekleidet. In einem Dünnschliff vom Rande des Gesteins sieht man größere Carcaropartien,

sowie in farblosem Chlorit netzartig verteilte Pyroxenaggregate, die vielfach von Nephrit umsäumt sind, sodann auch größere Nephritpartien. Untergeordnet treten zierliche, in Chlorit hineinragende Nadeln von Strahlstein auf. Für etwas anderes als eine Neubildung, und zwar aus Serpentin, wird das Gestein wohl nicht gehalten werden können. Die Voraussicht KALKOWSKY's, daß sich sein Carcaro auch noch an anderen als dem ligurischen Nephritvorkommen finden würde, konnte sich nicht zweifelsfreier als bei diesem Gestein erfüllen. Daß ein Gang vorliegen sollte, erscheint ausgeschlossen. Und da gerade das Gestein ein so typischer gefleckter Carcaro im Sinne KALKOWSKY's ist, so bedarf es im Hinblick auf UHLIG's Carcarogang wohl noch weiterer Forschungen, um die geologische Natur des Harzburger Carcaro restlos aufzuklären. Nach dem bisherigen Tatsachenmaterial spricht alles nur dafür, daß er aus Serpentin entstanden und deshalb an Serpentin gebunden ist.

6. Wenn UHLIG auf p. 458 hervorhebt: „Namentlich der Chromspinell ist ein Mineral, das wohl überhaupt noch nicht als Absatz auf Spalten infolge Lateralsekretion bekannt geworden ist“, so scheint hier ein zweites Mißverständnis UHLIG's vorzuliegen. Ich habe den Spinell im Nephrit stets als ein Relikt aus dem Harzburgit angesehen, welches dadurch in den Nephrit gelangte, daß der Harzburgit nephritisiert wurde.

II. Bemerkungen zu Uhlig's neuer Entstehungstheorie des Harzburger Nephrites.

UHLIG weist darauf hin, daß der Carcaro im großen Nephritgange am Koleborn z. T. aus scharfkantigen Bruchstücken bestehe. Dies trifft zu. Ebenso seine Angabe, daß der ganze Nephritgang mit Carcaro mehr oder weniger durchsprengt sei. Besonders in der hoch oben über der Landstraße gelegenen Gangpartie findet man streifige Gemenge von grünem Nephrit und gelbem Carcaro, deren Streifen z. T. fingerbreit und äußerlich scharf gesondert erscheinen. Was die scharfkantigen Bruchstücke des Carcaro betrifft, so muß hervorgehoben werden, daß dieser ziemlich spröde ist und unter dem Gebirgsdruck in Stücke zersprang; in diesem Zustande wurde er vom Nephrit eingeknetet. Daß der Carcaro auch noch sekundär zersprungen ist, bezeugen die vielen Bruchflächen in ihm, die mit schwarzen Dendriten überzogen sind.

Nun entdeckte UHLIG, daß an der Grenze von Pyroxen und Nephrit die „Pyroxenaggregate wie zerrupft aussehen. In vielen spitzen Vorsprüngen und von allen Seiten dringt der Nephrit in den Carcaro ein, während im Nephrit in der Nähe der Grenze noch geringe Relikte von Carcaro inselartig liegen. Es ist das ein ganz

typischer Anblick, aus dem unmittelbar hervorgeht, daß sich der Nephrit auf Kosten des Pyroxens gebildet hat". Uhlig hat damit in der Tat eine Nephritisierung von Carcaro nachgewiesen, und ich kann seine Beobachtung nur bestätigen. Andererseits zeigen meine Schliffe aber auch, daß Carcaro und Nephrit mit scharfen Grenzen aneinanderstoßen, sowie daß scharfkantige Carcarobrocken von dem elastischen Nephritfilz lediglich eingewickelt sind. Mit Uhlig's Feststellung ist die Frage nach der Entstehung des Harzburger Nephrites jedenfalls noch nicht erledigt.

Ohne darauf einzugehen, daß Nephrit außerdem auch noch durch Verkalkung von Serpentin entstanden sein könnte, läßt Uhlig nur in undeutlicher Weise die Beteiligung von Serpentin mit folgenden Worten zu: „Allerdings ist bei dem großen Nephritgange auch sicherlich mit eingequetschtes Material aus dem benachbarten Harzburgit verarbeitet worden, wie aus der . . . . inhomogenen Beschaffenheit der Gangmasse hervorgeht" (p. 467).

Uhlig's Beobachtung, daß Carcaro in Nephrit übergehen kann, ist richtig, aber es ist das noch kein Beweis für die primäre Bildungsweise des Diopsides und noch weniger ein solcher für die Annahme, daß aller Nephrit auf Pyroxen zurückzuführen sei. Hierauf komme ich unter III. zurück.

Auf eine Unklarheit gestatte ich mir hier noch hinzuweisen: Der breite Carcarogang in der Nähe des großen Nephritganges ist fast gar nicht nephritisiert, obgleich auf beide Gänge sicherlich dieselben Druckkräfte eingewirkt haben müssen, denn sie liegen zu nahe beieinander und mitten in demselben Spaltensystem. Trotzdem erblickt Uhlig in dem Carcarogange das der Nephritisierung entgangene Muttergestein des Nephrites. Er erklärt den Widerspruch durch eine besondere Annahme, indem er die dynamischen Vorgänge im großen Nephritgange „als ganz lokaler Natur" hinstellt. Diese Annahme glaube ich für um so unzulässiger halten zu dürfen, weil Uhlig selbst die Intensität des Druckes in dem in Betracht kommenden kleinen Raume aufs schärfste betont (1914a, p. 479).

III. Übergangsgesteine von Serpentin in Nephrit. Nephrit von der Baste.

1. Schon seit dem Jahre 1900 verwahre ich ein eigentümliches Gesteinsstück, welches ich aus anstehendem Harzburgit selbst herausgebrochen habe. Es stammt aus einem, zum Nephritspaltensystem am Koleborn gehörigen Gange. Es ist 20 cm lang und $5\frac{1}{2}$ cm breit (Fig. 2). Beide Enden des Stückes bestehen vorwiegend aus einem weichen, serpentinähnlichen, schwärzlichgrünen Gestein, die Mitte dagegen aus rein weißem Asbest. Dieser ist

jedoch lediglich als aufgefaserter Nephrit anzusehen, denn er bildet nur eine dünne, einhüllende Schicht auf frischem, hartem, grünlichem, parallelfaserigem Nephrit. Schon auf dem Bilde sieht man deutlich den allmählichen Farbenübergang zwischen beiden Extremen, viel schöner aber an dem Gestein selbst.

Ein quer zur Übergangszone gewonnener Dünnschliff zeigt farblosen Strahlstein und bräunlichgrünen Chlorit. Der Chlorit bildet zahlreiche, randlich zerfressene Inseln im Strahlstein und wird durch dessen Nadeln vielfach durchspießt. Außerdem dringt der Strahlstein als äußerst feines, hyphenartiges Gewebe bis tief ins Innere des Chlorites ein, während Chloritreste um die Inseln verstreut liegen. Ein Längsschliff zeigt ganz ähnliche Verhältnisse, nur treten dabei parallele Schichten von Strahlstein und Chlorit besonders hervor. Sonst sieht man in beiden Schliffen noch braunen Spinell, der darauf hinweist. daß veränderter Harzburgit vorliegt. W i r h a b e n h i e r a l s o e i n e t y p i s c h e N e p h r i t i s i e r u n g v o n C h l o r i t b e z w. S e r p e n t i n v o r u n s. Betonen möchte ich noch, daß die Chloritinseln auch im Querschliff rundliche Formen zeigen, woraus man folgern darf, daß ihre Umwandlung etwaige Pressungen des Gesteins überdauert hat, von solchen also unabhängig gewesen ist. Aus der randlichen Zersetzung der Chloritinseln und aus ihrer Durchspießung von Strahlstein ist weiter zu schließen, daß die Nephritisierung des Chlorites nicht nur in der Quer-, sondern auch in der Längsrichtung der Strahlsteinfasern stattgefunden hat.



Fig. 2. Harzburgit in Nephrit übergehend. Koleborn. $\frac{1}{3}$ natürl. Größe.

Man vergleiche nun die entsprechenden Analysen.

I. Reiner Strahlstein (faseriger Nephrit) vom Koleborn. FROMME's „Nephritoid". Anal. in Min. u. petr. Mitt. 1909. 28. p. 306. Kalk und Magnesia waren seinerzeit irrtümlich falsch angegeben; die Zahlen sind hier berichtigt. Die Gesamteisenbestimmung wurde an demselben, noch vorhandenen Material in einem besonderen Fluß-Schwefelsäureaufschluß auf jodometrischem Wege wiederholt, und derselbe Wert wie früher im reduzierten Fe_2O_3-Niederschlage mit $KMnO_4$ erhalten. FeO war früher nach meinem Fluß-Kieselsäureverfahren (l. c. p. 329) doppelt ausgeführt worden. Tatsächlich befindet sich in meinem Material das Eisen in beiden

Oxydationsstufen, ähnlich wie im Carcaro. UHLIG's Analyse ist durchaus ähnlich, führt aber kein Fe_2O_3, dagegen Spuren von seltenen Elementen an; sie könnte hier ebensogut zum Vergleich herangezogen werden.

II. Das Zwischengestein Strahlstein—Harzburgit. FR. 1915.

III. Serpentin vom Radauberge nach STRENG. N. Jahrb. f. Min. etc. 1862. p. 542. Seltenere Elemente fortgelassen.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	H_2O	Sa
I. . .	56,22	0,51	0,49	5,67	Spur	13,30	20,97	2,95	100,11
II. . .	49,50	4,74	2,63	5,65	0,04	8,76	21,24	7,30	99,86
III. . .	35,67	2,98	6,04	4.95	0,11	0,18	35,03	12,04	—

Fe_2O_3 und FeO dürften in jeder Analyse als Gesamteisen in Betracht zu ziehen sein. Von der Tonerde muß ganz abgesehen werden, da gerade der Harzburgit vom Koleborn vielfach saussuritisierten Plagioklas enthält, der die Tonerde für das Zwischengestein geliefert haben kann! Unter solchen Umständen hält dieses fast in allen Teilen die Mitte zwischen Serpentin und Strahlstein. Auffallend ist dabei sein hoher Kieselsäuregehalt, sowie der verhältnismäßig geringe Gehalt an Magnesia. Aber man wird auch nicht feststellen können, ob der Kalk bei seiner Zuführung noch andere Stoffe mitbrachte, und in welcher Weise die Umwandlung des Serpentins verlaufen ist. Im Hinblick auf den mikroskopischen Befund bestätigen indessen die Analysen, daß der Serpentin unter Zuführung von Kalk, Entwässerung und Enteisenung in Strahlstein übergegangen ist.

Ich habe versucht, die Art des Chlorites durch Rechnung zu vermitteln. Unter a steht die Analyse des Zwischengesteins. Zieht man den aus der Kalkmenge berechneten Nephrit b davon ab, so erhält man den Rest c. Dieser auf 100 umgerechnet d zeigt eine ähnliche Zusammensetzung wie der Epichlorit e aus dem Diabashornfels des Riefenbachtales. POGGENDORF's Ann. 1849. 77. p. 237.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	H_2O	Sa.
Zwischengestein a .	49,50	4,74	2,63	5,65	8,76	21,24	7,30	99,86
minus Nephrit b . .	37,02	0,33	0,32	4,96	8,76	13,81	1,94	67,14
= Rest c . . .	12,48	4,41	2,31	0,69	—	7,43	5,36	32,72
Rest auf 100 ber. d	38,14	13,45	7,06	2,11	—	22,72	16,38	99,98
Epichlorite	40,88	10,96	8,72	8,96	0,68	20,00	10,18	100.38

Das Zwischengestein enthält nach Vorstehendem ungefähr 67 % Strahlstein und 33 % Chlorit.

2. Ein anderes Stück habe ich im Jahre 1913 auf den Halden des verfallenen Harzburgitschachtes an der Baste gesammelt. Es besteht aus Harzburgit, der eine 7 mm breite, freigelegte Ader zeigt, die z. T. aus dunkelgrünem, ölglänzendem, sehr weichem Chrysotil, vielleicht auch aus daraus entstandenem Chlorit besteht, z. T. aus lichtgrünem, mattem, hartem Nephrit. Die bis 2 mm breiten Chrysotilstengelchen stehen in buntem Wechsel zwischen denen des Nephrites. Nebenbei bemerkt, kommen an derselben Fundstelle unzersetzte Chrysotil- und Leukotiladern von gleicher

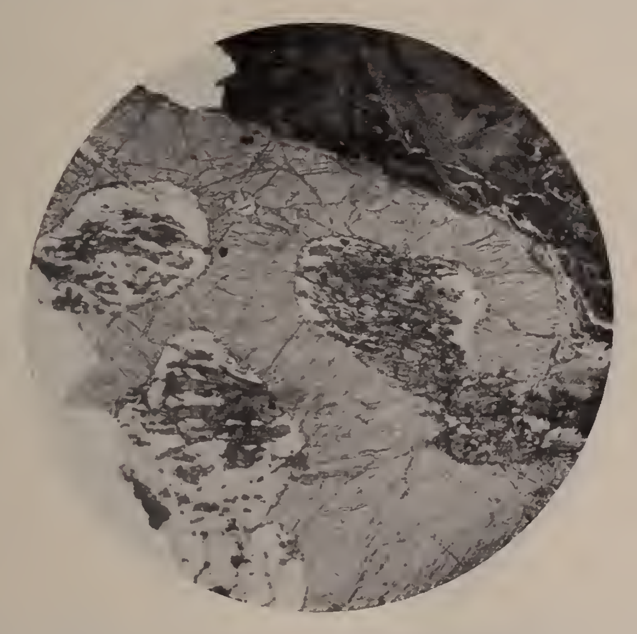


Fig. 3. Harzburgit von der Baste. Ein großer Bastitkristall mit rundlichen Serpentinkörnern, darin streifige Neubildungen von Nephrit. Oben rechts Gemenge von Carcaro und Nephrit. Vergr. 13,5fach.

Breite vor. Hatte schon Kalkowsky solche Nephritadern aus Ligurien ihrer Erscheinungsweise nach als ehemaligen Chrysotil erklärt, so läßt das vorliegende Stück die Umwandlung in unwiderlegbarer Weise erkennen. Ähnliches findet man auch am Koleborn.

Unser Stück zeigt außerdem im Anschliff prachtvoll sichtbar typischen, sehr harten, grünen Nephrit, weißen Diopsid in gröberen Stengelchen und weißen Carcaro, alle den Harzburgit in feinen Lagen durchtrümernd, sodann aber auch — was von besonderer Wichtigkeit ist — in S e r p e n t i n k ö r n e r n d e r s i e b a r t i g

durchbrochenen Bastitkristalloide Nephritkörperchen! Zuweilen sind diese im Serpentin streifig oder büschelig angeordnet. Ja, an stärker nephritisierten Stellen im Harzburgit sind die Löcher im Bastit ganz mit Nephrit erfüllt! Die Nephritisierung erreicht schließlich ihren Höhepunkt in einer fast nur aus Nephrit bestehenden Stelle im Harzburgit. Alles, was schon das Handstück im Anschliff zeigt, wurde im Dünnschliff durch das Mikroskop bestätigt (Fig. 3).



Fig. 4. Strahlstein und Nephrit in Chlorit. Baste. Vergr. 60fach.

3. Ein weiteres Stück vom gleichen Fundorte ist 2½ cm dick. Im Dünnschliff besteht es aus ziemlich groben Strahlsteinfasern, z. T. aus Strahlsteinfilz, eingebettet in Chlorit. Biotit findet sich in einzelnen frischen Exemplaren. Auch dieses Präparat erweist die Entstehung von Strahlstein und Nephrit aus Chlorit bezw. aus Serpentin (Fig. 4). Der Fund ist ein Analogon zu den Diopsid-Carcarolinsen von der Baste. Das Gestein ist sehr dunkelfarbig, hart und zähe und würde sich zur Herstellung von Waffen usw. geeignet haben. Es erweckt die Erinnerung an Jasche's und Zimmermann's „zollstarke Lagen" von Nephrit im Serpentin von der Baste (Jasche, Kleine min. Schriften. 1817. p. 63, und Zimmermann, Harzgebirge. 1834. p. 174). Für mich

steht es fest, daß diese Forscher gleiches Mineral von hier im Auge hatten, ebenso, daß es dasselbe Vorkommen ist, welches schon HAUSMANN im Jahre 1804 erwähnt hat.

Die Schlußfolgerung aus vorstehend beschriebenen Funden kann nur eindeutig sein: Die KALKOWSKY'sche Theorie von der Nephritisierung des Serpentins hat sich sowohl am Koleborn wie an der Baste bestätigt gefunden. Hiermit soll jedoch nicht bestritten werden, daß auch Carcaro nephritisiert worden ist. Aber die Tatsache, daß das Vorkommen des Nephrites, ebenso wie des Carcaro, an das des Serpentins gebunden zu sein scheint, erklärt sich dadurch in einfacher und natürlicher Weise.

4. Noch von einem weiteren, interessanten Funde an der Baste aus dem Jahre 1913 kann ich berichten. Es ist ein gewöhnlicher Gesteinsnephrit mit Nephritknöllchen. An einer Seite zeigt das Stück eine ebene, glatte, harnischartige Fläche und in der Mitte, mit scharfen Grenzen eingeschlossen, ein walnußgroßes Stück unveränderten Harzburgit mit Bastitblättchen. Das Stück lehrt einmal, daß bei der Nephritbildung an der Baste ähnliche dynamische Verhältnisse geherrscht haben müssen wie am Koleborn, dann aber auch, daß der Harzburger Nephrit überhaupt ganz bedeutender Biegung fähig war. Wie der Koleborner Nephrit große und kleine scharfkantige Carcarobrocken, so hat der von der Baste Harzburgitbrocken buchstäblich eingewickelt.

Bei der Entstehung des Nephrites ist es übrigens unwesentlich, ob Carcaro, Harzburgit oder Gabbro mit eingeknetet wurden, wesentlich bleibt nur, daß der Nephrit unabhängig vom Carcaro aus Serpentin entstehen konnte.

Das gewöhnlich beobachtete, scharfe Absetzen der Nephrit- und Carcarogänge gegen den Harzburgit erklärt sich durch ihre größere Härte und Kohärenz gegenüber diesem; sie wurden, als die Bewegungen des Nebengesteins einsetzten, gewöhnlich von ihm abgetrennt und an den Salbändern glattgerieben. Man hat es in allen diesen Fällen mit sekundärem Kontakt zu tun und darf sich bei den bedeutenden Druckwirkungen in unserem Gebiet nicht wundern, daß primäre Kontakte von Harzburgit einerseits und Nephrit und Carcaro andererseits selten sind.

Nach Vorstehendem kann ich nicht umhin, den Carcaro nach wie vor als carcarisierten Serpentin, den Nephrit aber als nephritisierten Serpentin, z. T. als nephritisierten Carcaro anzusehen.

Von besonderem Interesse ist endlich noch die Entstehungsweise des Harzburger Nephrites im Vergleich mit anderen Vorkommnissen.

Der ligurische Nephrit ist nach KALKOWSKY (1906) aus Serpentin durch Kalkzufuhr, Entwässerung und Enteisenung entstanden; bei stärkerer Kalkzufuhr wurden Calcitnephrit und Carcaro gebildet.

Nach E. HARTMANN (Jahresber. d. k. k. Reichsanst. 1913. **63**. p. 331—332) ist der Nephrit der Tarntaler Berge dadurch entstanden, daß eine Anreicherung von Strahlstein stattfand, der beim Serpentinisierungsprozeß aus dem Diallag des Muttergesteins neben Talk, Chlorit und Serpentin sich bildete und nachträglich deformiert wurde. Der Vorgang fand unabhängig von der Anwesenheit von Gabbro statt.

BEUTTEL und HEINZE (dies. Centralbl. 1914. p. 553) berichten von Schlesien folgendes: Salitfels und Serpentin sind magmatische Differentiationsprodukte. Es fand eine endogene, thermale Serpentinisierung statt, wobei der Salit durch Mg-Lösungen in Aktinolith (Nephrit) verwandelt wurde. Dauerte dieser Vorgang lange weiter, so wurde der Nephrit serpentinisiert.

Hiernach ergeben sich folgende Schemata:

1. Radautal . . .	Serpentin	Carcaro—Nephrit
		Nephrit
		Chlorit
2. Ligurien . . .	Serpentin	Nephrit
		Calcitnephrit
		Carcaro
		Chlorit
3. Tarntaler Berge .	Diallag	Nephrit
		Chlorit
		Talk
4. Schlesien	Salit—Nephrit—Serpentin	

Die erwähnten Bildungsvorgänge spielten sich alle im Bereiche des Serpentines ab; sie waren ganz abhängig von der Stärke der physikalischen Kräfte und von der Art der zu- bezw. fortgeführten chemischen Stoffe. Eine einheitliche Erklärung für die Entstehung des Nephrites kann demnach nicht gegeben werden.

Literatur, soweit im Text nicht vermerkt.

1906. E. KALKOWSKY: Geologie des Nephrites im südlichen Ligurien. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **58**. p. 307—378.

1908. G. STEINMANN: Die Entstehung des Nephrites in Ligurien und die Schwellungsmetamorphose. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk. zu Bonn. Sitzg. v. 13. Januar.

1910 a. J. UHLIG: Nephrit aus dem Harz. N. Jahrb. f. Min. etc. II. p. 80—103.

1910 b. J. Uhlig: Nephrit im Harz. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk. Bonn. Sitzg. v. 11. Juli.

1912. Derselbe. Über angeblichen Nephrit von der Bast. Ebenda. Sitzg. v. 15. Januar.

1913. J. Fromme: Der Harzburger Nephrit. 6. Jahresber. Ber. d. Niedersächs. geol. Ver. Hannover. Vortrag in Goslar 28. März.

1914 a. J. Uhlig: Der Nephrit von Harzburg. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX. p. 450—481.

1914 b. Derselbe. Über einen manganhaltigen Diopsid aus dem Radautal bei Harzburg. Ebenda. p. 450—481.

Vorliegende Arbeit habe ich in meinem Privatlaboratorium ausgeführt und sie nach ihrem Abschluß Herrn Prof. Dr. O. H. Erdmannsdörffer vorgelegt. Derselbe hat sie in zuvorkommender Weise einer Durchsicht unterworfen, das verwendete Gesteinsmaterial und die Dünnschliffe geprüft, letztere auch photographieren lassen. Für sein großes Entgegenkommen und für sein Interesse sage ich ihm auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank.

Besprechungen.

P. D. C. Kley: Behrens-Kley mikrochemische Analyse. Zugleich 3. Auflage der Anleitung zur mikrochemischen Analyse von H. Behrens. 2 Teile. 1. Teil. 368 p. Mit 146 Abbildungen im Text. 2. Teil: Tabellen zur systematischen Bestimmung der Mineralien mittels Mikrochemie und physikalischen Konstanten. 136 p. Leipzig und Hamburg bei Leopold Voß. 1915.

Diese 3. Auflage des bekannten und vielbenutzten Buchs von Behrens, dessen 2. Auflage unter dem Titel: Anleitung zur mikrochemischen Analyse im Jahr 1899 erschienen ist (vergl. N. Jahrb. f. Min. etc. 1900. I. -327-) ist unter der Hand des auf diesem Gebiet bestens bekannten Herausgebers wenigstens z. T. ein neues Buch geworden. Namentlich ist dies dadurch geschehen, daß dem ersten, die mikrochemischen Methoden umfassenden Teil der oben angegebene zweite Teil beigegeben worden ist.

Auch der erste Teil hat eine wesentliche Vergrößerung, von 224 Seiten der 2. Auflage auf 368 der dritten, erfahren und ist so das ausführlichste Handbuch der mikrochemischen Analyse

geworden. Er behandelt nach einer allgemeinen und historischen Einleitung, in der die bisherige Literatur ausführlich zusammengestellt ist (auffallenderweise nicht erwähnt ist das vortreffliche Werk: KLEMENT et RENARD, Réactions microchimiques à cristaux et leur application en analyse qualitative. Brüssel 1886), die Apparate und Reagenzien, sowie, besonders ausführlich, die Reaktionen (von denen vielleicht die wichtigsten durch besonderen Druck hätten kenntlich gemacht und so von den weniger wichtigen unterschieden werden können). Hierauf folgt die Besprechung der Vorprüfung vor dem systematischen Gang der chemischen Analyse, wenn der zu prüfende Stoff eine Flüssigkeit oder wenn es ein fester Körper ist, sodann die der allgemeinen systematischen Analyse selbst, wobei auf allgemeine Bemerkungen beim Lösen der Substanz die Prüfungsmethoden für die einzelnen Elemente und ihrer Verbindungen in drei ausführlichen Tabellen zur Darstellung kommen, denen sich noch eine vierte für die Untersuchung auf Säuren anschließt.

Alle diese Auseinandersetzungen gelten ganz allgemein. An sie reiht sich dann die besondere Betrachtung der Mineralien an, und zwar der Untersuchungsmethoden (Erklärung der Tafeln des 2. Teils; optische Untersuchung der Mineralkörner; Schmelzbarkeit und Abröstung) und der speziellen mikrochemischen Analyse der Mineralien und, daran anschließend, der Gesteine und der Gläser, ferner der Metalle und der Legierungen. Den Schluß bildet eine kurze Darstellung der optischen Kristallbestimmung.

Für den zweiten Teil, die Tabellen zur systematischen Bestimmung von Mineralien, ist das größere Quartformat gewählt. Diese Tabellen, auf deren Einrichtung schon im ersten Teil hingewiesen ist, bedienen sich zur Mineralbestimmung neben den mikrochemischen Methoden auch der Härte, des spezifischen Gewichts und z. T. der Spaltbarkeit und der optischen Eigenschaften und anderer charakteristischer Merkmale. Da zur Bestimmung nur Splitter oder kleine Stücke vorausgesetzt werden, so blieb die kristallographische Morphologie ganz außer Betracht. Die Mineralien werden in die zwei Abteilungen, der durchsichtigen und der undurchsichtigen, zusammengefaßt, von denen nach der Härte die erste in 8, die letztere in 3 besonderen Tabellen gegliedert sind. In ihnen erfolgt dann die weitere Behandlung nach den besonderen Verhältnissen. Den Schluß bildet eine Zusammenfassung der wichtigsten regulären und einachsigen Mineralien. Nicht zu billigen ist die Anwendung des Worts „amorph“ auf Mineralien mit feinkörnigem, erdigem bis muschligem Bruch, so daß also z. B. Marmor etc. unter den amorphen Mineralien erscheint. Es sind überall, nicht nur in den speziell mikrochemischen Abschnitten, die neuesten Untersuchungsmethoden herangezogen, so daß das Werk durchaus auf dem modernsten Standpunkt steht. Namentlich auch in Anbetracht seiner guten Ausstattung, auch mit Figuren,

erscheint es in seiner neuen Form wohl geeignet, in der mikroskopischen Chemie und in der hierauf beruhenden Mineraluntersuchung als Führer zu dienen und der Mikrochemie neue Freunde zu werben. **Max Bauer.**

E. Dittler: Mineralsynthetisches Praktikum. Eine praktische Anleitung für das Laboratorium. Mit einem Beitrag: „Optische Untersuchungsmethoden" von Dr. H. Michel. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1915. 150 p. Mit 56 Textfiguren.

Die nach den Methoden der physikalischen Chemie arbeitende Mineralsynthese hat in der neueren Zeit eine ganz besondere Wichtigkeit erlangt. Das Erscheinen eines solchen kurzen Grundrisses, der das Wesentliche in gedrängter Form wiedergibt, ist daher mit Freuden zu begrüßen. Der Verf., welcher der auf diesem Gebiet besonders verdienstvollen Doelter'schen Schule entstammt, erscheint daher hiezu auch vor andern berufen zu sein. Das Werk soll dem Anfänger die Ausführung minerogenetischer Versuche erleichtern, wird aber auch dem Fortgeschrittenen vielfach willkommen sein, der hier eine ausgedehnte experimentelle Erfahrung mit reicher Literaturkenntnis vereinigt findet. Eingehende theoretische Beschreibung von Meßinstrumenten und -methoden wurden vermieden; es wird besonders eine Anleitung zur praktischen Handhabung angestrebt. Im 1. Abschnitt werden die Apparate und Untersuchungsmethoden für wässerige Lösungen besprochen (1. Die hydrothermale Mineralsynthese. 2. Über Entwässerung, Löslichkeit und Extraktion). Der 2. Abschnitt bringt die Apparate und Untersuchungsmethoden für Mineralien im Schmelzfluß (1. Die Materialien. 2. Die Heizvorrichtungen. 3. Die Herstellung der Kristallisationsprodukte. 4. Die Messung hoher Temperaturen. 5. Die Ermittlung der Schmelz- und Umwandlungsprodukte, Viskositätsmessungen. 6. Das Doelter'sche Heizmikroskop. 7. Leitfähigkeitsmessungen). Im 3. Abschnitt findet man die Darstellung der optischen Untersuchungsmethoden (1. Beobachtungen im parallelen, 2. im konvergenten polarisierten Licht nebst Messungen im konvergenten Licht). In einem Anhang sind die Ergebnisse der Bestrahlung der Mineralien mit Radium-, Röntgen- und Kathodenstrahlen, sowie mit ultraviolettem Licht kurz zusammengestellt. Die Ausstattung des Buchs, auch mit charakteristischen Abbildungen, die in genügender Zahl vorhanden sind, ist gut. **Max Bauer.**

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie publiées sous le patronage de l'Association internationale des Académies par le Comité international nommé par le VII. Congrès de Chimie appliqués. Londres 2 Juin 1909. 3. 1914. 345 p. (Vergl. für die ersten Bände: dies. Centralbl. 1911. p. 607. 1913. p. 639.)

Der hier vorliegende dritte Band dieses Tabellenwerkes enthält die im Jahre 1912 veröffentlichten Untersuchungen. Die Anordnung ist dieselbe, wie die der vorhergehenden Jahrgänge. Der erste, größte Teil des Bandes umfaßt, in einer großen Zahl von Unterteilen angeordnet, die Gebiete der Physik und physikalischen Chemie. Dann schließt sich der Abschnitt über Kristallographie und Mineralogie an; es folgt die organische Chemie, Tierphysiologie, Pflanzenphysiologie usw.

Der Abschnitt „Kristallographie und Mineralogie" von L. J. Spencer enthält eine größere Zahl von Tabellen, von denen drei allgemeinerer Natur sind, d. h. eine große Zahl verschiedenartiger Körper, in jeder Tabelle alphabetisch geordnet, enthalten und vielerlei Eigenschaften derselben wiedergeben, nämlich die chemischen Formeln, Dichte, Parameter, Brechungsexponenten, Doppelbrechung, Spektrallinien, Achsenwinkel. Die erste dieser Tabellen enthält die Mineralien, die zweite anorganische, die dritte organische Verbindungen.

Unter den speziellen Tafeln finden sich zunächst solche beschränkter Körpergruppen, nämlich 1. Halogenverbindungen des Quecksilbers, 2. Doppelsalze des Äthylendiamins, 3. Halogenderivate von Benzolsulfosäure. Sie geben die Zusammensetzung, Parameter und andere Daten. Dann folgen Tafeln über die Temperaturabhängigkeit der Brechungsexponenten und die Dispersion für einige Mineralien, z. B. den Quarz, weiter die Brechungsindizes vieler anorganischer und organischer Verbindungen, das Drehungsvermögen verschiedener Körper in seiner Abhängigkeit von der Wellenlänge, beim Quarz für zwei verschiedene Temperaturen. Dann kommen Tafeln über Isomorphismus und zum Schluß der elektrische Widerstand der Kristalle bei hohen Temperaturen.

Im Inhaltsverzeichnis ist, wo nötig, auf frühere in dem physikalischen Teil enthaltene Tabellen verwiesen, die hier, im mineralogischen Teil von Interesse sind. **Max Bauer.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Raummodelle zur Einführung in die physikalisch-chemische Eruptiv-Gesteinskunde [1].

Von **Paul Niggli**.

Mit 12 Textfiguren.

Eines der wesentlichsten Hilfsmittel physikalisch-chemischer Mineral- und Gesteinskunde ist die zeichnerische Veranschaulichung der Abhängigkeit gewisser Phasen und Phasengemeinschaften von Temperatur, Druck und chemischer Zusammensetzung. Infolge der komplexen Natur der in Betracht zu ziehenden Systeme werden aber an das rasche Erfassen der so zum Ausdruck gebrachten Verhältnisse nicht geringe Anforderungen gestellt. Die bildliche Darstellung der gleichzeitigen Beziehungen zwischen gasförmigen, flüssigen und festen Phasen in binären und ternären Systemen weist beispielsweise einige Eigenarten auf, die den uns längst vertrauten gewöhnlichen Schmelz- und Lösungsdiagrammen fehlen. Nach meinen Angaben hatte 1914 Herr Präparator Dreyer in Zürich (Mineralogisches Institut der Technischen Hochschule) zwei Raummodelle eines einfachen ternären „magmatischen" Typus konstruiert, die das Verständnis dieser petrogenetisch nicht bedeutungslosen Systeme erleichtern sollen. Ich möchte den Anlaß der Erläuterung dieser Modelle benutzen, um einige allgemeine Hinweise für das Studium derartiger Systeme zu geben.

Bei Berücksichtigung von Gas- oder Dampfphasen in binären Systemen ist vor allem daran zu denken, daß nun stets der Einfluß aller drei Parameter: Temperatur, Druck und Konzentration zu untersuchen ist, sofern Schlüsse von einigermaßen allgemeiner Geltung gezogen werden sollen. Schon binäre Systeme verlangen daher unbedingt eine räumliche Darstellung mit Temperatur, Druck und Konzentration als Ordinaten. Ich habe in meinen Vorlesungen mit Vorteil zur Einführung in diese, den Mineralogen vorerst etwas fremdartige, Darstellungsart das von Allen, Crenshaw und Johnston [2] untersuchte ausgezeichnete Beispiel der Pyrrhotinbildung benutzt. Nach den in der Zeitschrift für anorganische

[1] Siehe auch H. E. Boeke, dies. Centralbl. 1912. p. 266.

[2] E. T. Allen, H. Crenshaw, J. Johnston, E. S. Larsen. Zeitschr. f. anorg. Chemie. 76. 1912. p. 201—273.

Chemie sich vorfindenden Daten läßt sich das Raummodell auf sehr einfache Art konstruieren. Wir reproduzieren zum leichteren Verständnis die daselbst mitgeteilte Figur unter Weglassung des für höhere Temperaturen gültigen Abschnittes, wo Schmelzung eintritt (Fig. 1).

Pyrrhotin ist nach den Untersuchungen der Amerikaner eine feste Lösung von Schwefel in FeS. Die Menge des bei einer be-

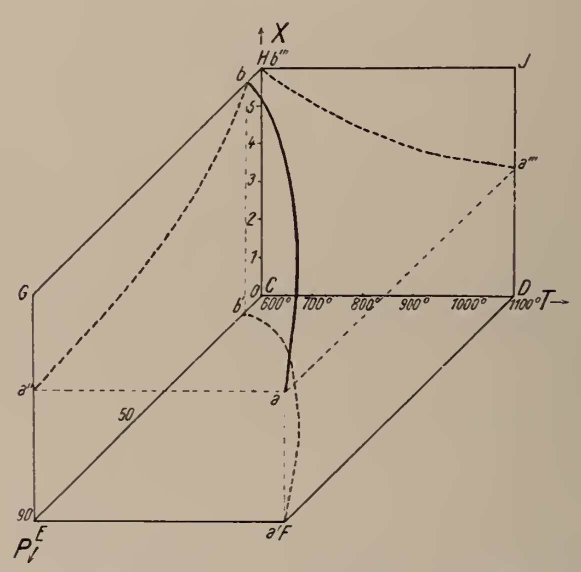


Fig. 1. Zusammensetzung des Pyrrhotins beim Erhitzen in H_2S von 1 Atmosphäre.

X = Konzentration des Schwefels.
P = Partialdruck des Schwefeldampfes in mm der Hg-Säule.
T = Temperatur in C°.

stimmten Temperatur im festen Zustande gelösten Schwefels ist noch abhängig vom Druck, im besonderen vom Partialdruck des anwesenden Schwefeldampfes. Will man daher die Abhängigkeit der Menge gelösten Schwefels in FeS von den äußeren Bedingungen, speziell der Temperatur, aufsuchen, so muß man entweder den Partialdruck des Schwefeldampfes konstant halten, oder aber für jede Temperatur einen bestimmten, meßbaren Partialdruck mitberücksichtigen. Der letztere Weg ist von den genannten Forschern beschritten worden. Um von bekannten Wertepaaren Temperatur und Druck ausgehen zu können, wurde Pyrrhotin in H_2S-Gas von 1 Atmosphäre Gesamtdruck erhitzt. Man kennt durch Unter-

suchungen von PREUNER und SCHUPP den Partialdruck von S in H_2S-Gas von 1 Atmosphäre über ein genügendes Temperaturintervall; die gegenseitige Abhängigkeit von Temperatur und Partialdruck ergibt in der Temperatur(Partial)-Druckebene eine Kurve. [Siehe Kurve *b'a'* in der Ebene CDEF der Fig. 1].

Die durch Analyse gefundene Menge des gelösten Schwefels in FeS (im Gleichgewicht) wird auf den zugehörigen Punkten als Ordinate aufgetragen. So entsteht die Raumkurve *ba*, die über die Pyrrhotinbildung in H_2S-Gas eindeutigen Aufschluß gibt.

Die Projektion auf die P-T-Ebene ist, gemäß dem, was wir als Ausgang unserer Betrachtungen genommen haben, nur die Darstellung der Beziehungen zwischen Temperatur und Partialdruck des Schwefeldampfes in H_2S von 1 Atmosphäre. Die Projektion der Kurve *ba* auf die T-X-Ebene (*b'''a'''* in Ebene CDHJ) gibt uns an, wie bei Anwesenheit von H_2S-Gas von einer Atmosphäre Gesamtdruck die Menge des S in FeS von der Temperatur (wobei sich also zugleich der Partialdruck ändert) abhängig ist. Die Projektion auf die P-X-Ebene gibt schließlich die Abhängigkeit der S-Konzentration in FeS vom Partialdruck des Schwefeldampfes bei gleichzeitiger (aus der Projektion nicht ersichtlicher) Temperaturänderung.

Die Raumkurve zeichnet sich von den in der Folge einzig zu behandelnden Kurven dadurch aus, daß die einander zugehörigen Werte der drei Koordinaten in Rücksicht auf das System FeS—S nicht als einzig mögliche aneinander gebunden sind. Je zwei sind, hinsichtlich der Art und Zahl der auftretenden Phasen, beliebig gewählt, und nur der dritte Wert ist dann eindeutig bestimmt. Die Kurve (*ba*) ist in bezug auf das ganze Raummodell des Systemes FeS—S nur eine „willkürliche" Linie einer Gleichgewichtsfläche. Die Willkürlichkeit besteht in der Durchführung der Untersuchung im H_2S-Strome, wodurch ohne weiteres über die Abhängigkeit zweier Größen entschieden ist.

Ganz allgemein ergibt in binären Systemen die dreidimensionale Darstellung für Phasengemeinschaften ohne Freiheitsgrade Punkte, für Phasengemeinschaften mit einem Freiheitsgrad Linien, für Phasengemeinschaften mit zwei Freiheitsgraden Flächen. Zur Projektion auf die P-T-, X-T-, X-P-Ebenen eignen sich nur Punkte und Linien.

Wir betrachten nun im einzelnen nur noch Systeme, in denen, infolge verschiedener Flüchtigkeit der Komponenten, Gasphase, flüssige Phase und feste Phase über ein großes Temperatur-Druckintervall in wechselseitige Beziehung treten können. Stellen wir uns den durch die Temperaturachse, Druck- und Konzentrationsachse abgetrennten Raum eines binären Systemes vor. Die Trippelpunkte der Einzelkomponenten werden in einfachen binären Systemen durch zwei von entsprechenden Eutektika zweigeteilten

Kurven (Dreiphasenlinien) verbunden, die die Zusammensetzung der Dämpfe und Lösungen der Phasengemeinschaften: Eine feste Komponente + Lösung + Dampf (1 Freiheitsgrad) angeben. Die kritischen Punkte der Einzelkomponenten werden durch eine Kurve verbunden als geometrischer Ort aller kritischer Punkte von Systemen zwischenliegender Zusammensetzung. Liegen Trippelpunkt

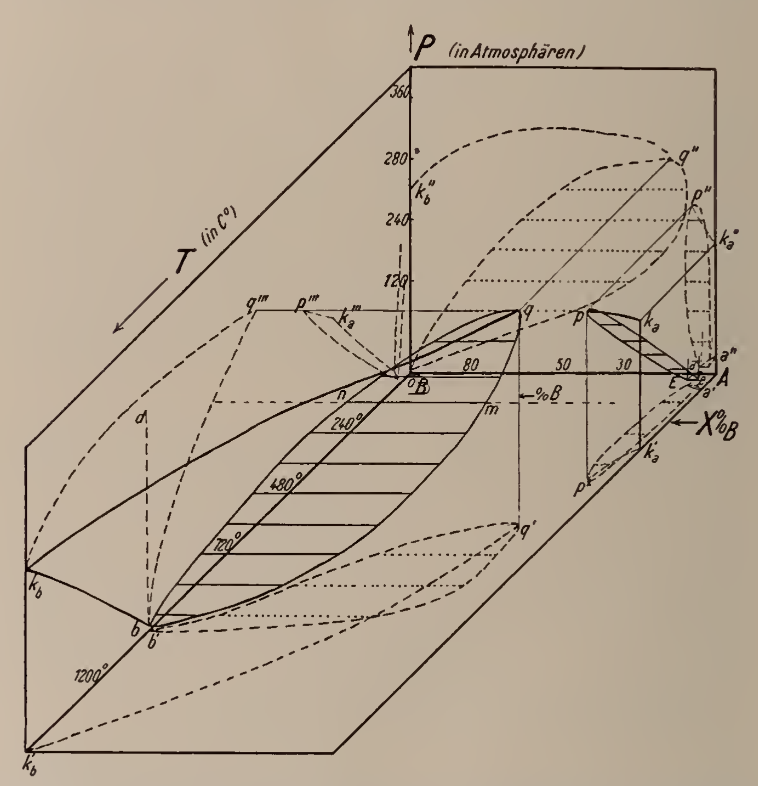


Fig. 2. Raummodell des p—q-Typus eines binären Systems, bestehend aus einer sehr schwerflüchtigen und einer sehr leichtflüchtigen Komponente.

und kritischer Punkt einer Komponente bei viel höherer Temperatur als die entsprechenden Punkte der anderen Komponente, so wird meistens die kritische Kurve die Dreiphasenlinien (Fest + Flüssig + Dampf) schneiden. An diesen Schnittpunkten gehen die Dampf- und Flüssigkeitszweige der Dreiphasenlinien kontinuierlich ineinander über. Es entstehen also zwei im s t a b i l e n Gebiet voneinander getrennte Teile der kritischen Kurve und zwei ebenfalls getrennte Schlingen der Dreiphasenlinien. Die Fig. 2 zeigt in perspektivischer

Ausführung die Raumfigur und die drei Projektionen. Folgendes sind die Standardwerte[1] des dargestellten Systemes:

B = schwerflüchtiger Stoff.
Trippelpunkt (b) T = 1020° C; P = 4 Atmosph.
Kritischer Punkt (k_b) T = 1500° C; P = 240 Atmosph.
A = leichtflüchtiger Stoff
Trippelpunkt (a) T = 60° C; P = 20 Atmosph.
Kritischer Punkt (k_a) T = 300° C; P = 170 Atmosph.
Binäre Punkte:
p = 1. kritischer Endpunkt T = 420° C; P = 220 Atmosph.
Konzentration 7,5 % B, 92,5 % A
q = 2. kritischer Endpunkt T = 600° C; P = 280 Atmosph.
Konzentration 15 % B, 85 % A
E und e = eutektische Punkte der Dreiphasengemeinschaft:
T = 48° C, P = 8 Atmosphären. Konzentration der flüssigen Phase = 5 % B, der Dampfphase = 2,5 % B.

Die Dreiphasenlinienschlinge höherer Temperatur ist $b\,m\,q\,n$. $b\,m\,q$ ist der Dampfzweig; $b\,n\,q$ der Flüssigkeitszweig. Zur Konzentrationsachse parallele Gerade verbinden koexistierende Phasen, so gehört neben festem [B] zu der Flüssigkeit von der Zusammensetzung n bei gleicher Temperatur und gleichem Druck der Dampf m. q ist der obere kritische Endpunkt, hier werden die Dreiphasenlinien von der kritischen Kurve $k_b\,q \ldots p\,k_a$ geschnitten. Zwischen q und p ist das Gebiet der fluiden Phasen. Eine zweite Dreiphasenschlinge geht von p über die eutektischen Punkte E und e zu a hin. Von p bis E resp. e koexistiert neben Dampf und Flüssigkeit festes [B]; von E resp. e bis a festes [A]. Von dieser Raumfigur sind nun die Projektionen auf die XT-. XP-. PT-Ebenen gezeichnet. Entsprechende Punkte sind, soweit die Übersichtlichkeit es gestattete, mit den gleichen Buchstaben und beigefügten Strichen bezeichnet. Die drei so erhaltenen Projektionen sind die gleichen, von denen Smits und ich in den Diskussionen derartiger Systeme ausgegangen sind[2]. Es sei daraufhin verwiesen.

[1] Es ist dabei keine Rücksicht darauf genommen, ob ein genau solches System in der Natur existieren kann. Die kritischen Größen des schwerflüchtigen Stoffes sind vielleicht etwas unwahrscheinlich niedrig angenommen, um die Temperaturachse nicht zu lange zu machen. Auf die Behandlung ist dies ohne jeglichen Einfluß. Ebenso ist die starke Temperatur- und Druckerhöhung der kritischen Werte durch Zusatz von B zu A bloß aus zeichnerischen Gründen angenommen worden und für ein natürliches System wohl unwahrscheinlich. Die Temperaturunterschiede entsprechen aber ungefähr einem System Wasser—Silikat.

[2] Siehe z. B. A. Smits, Zeitschr. f. phys. Chemie. **51**. p. 193. 1905; **52**. p. 587. 1905. — Niggli, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **75**. p. 161. 1912; **77**, ebenda. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1912.

Man sieht hier aber den Zusammenhang aller drei Projektionen eines Systemes, beispielsweise die Notwendigkeit, daß in der P T-Ebene eine Dreiphasenschlinge zu einer Linie wird. Alle drei Projektionen ersetzen die gezeichnete Raumfigur vollständig.

Die dargestellten Kurven sind aber nicht die einzigen räumlich darstellbaren Elemente der Raumfigur A—B. Phasengemeinschaften mit zwei Freiheitsgraden (zwei koexistierende Phasen) ergeben Flächen, die sich ebenfalls zeichnen lassen. Dann entsteht ein körperliches Gebilde, wie es beispielsweise für ein System von unserem Typus A. Smits[1] ausgeführt und beschrieben hat. Alle diese Flächen sind in Fig. 2 nicht zur Darstellung gebracht, wir

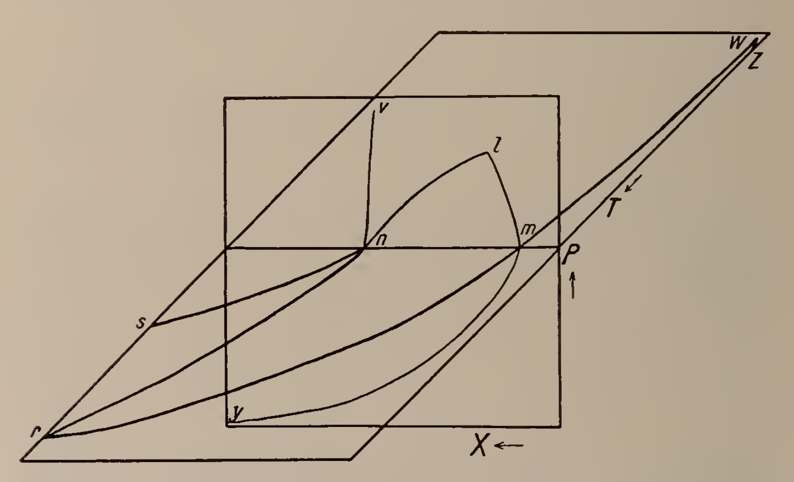


Fig. 3. Schnitte für konstanten Druck und konstante Temperatur durch das Raummodell der Fig. 2 mit mn als gemeinsamer Achse.

können aber auf folgende Weise den Charakter der Raumfigur hervortreten lassen. Wir denken uns durch eine Koexistenzgerade, beispielsweise durch nm der Fig. 2, zwei Ebenen gelegt, eine parallel der T-X-Ebene, eine parallel der P-X-Ebene. Die erstere liefert durch das körperliche Gebilde einen Durchschnitt für konstanten Druck, die zweite für konstante Temperatur. Diese Durchschnitte geben uns einen Einblick in die Gestalt der vollständigen Raumfigur (s. Fig. 3). Fig. 3 zeigt eine solche Konstruktion. n und m sind Punkte der Dreiphasenschlinge (entsprechend n und m der Fig. 2). l ist der senkrecht darüberliegende Punkt auf der kritischen Kurve $k_b q$.

r ist ein Punkt der Kurve $k_b b$, s ein Punkt der Kurve bd usw. nv und ns sind Schnittkurven durch die Fläche der Koexistenz:

[1] Zeitschr. f. phys. Chemie. LXXVI. p. 445. 1911.

Flüssigkeit + festes [B], *m y* und *m w* sind Schnittkurven durch die Flächen Dampf + festes [B]. Zwischen *p* und *q* der Fig. 2 verschmelzen die beiden letztgenannten Flächen in eine einzige der Koexistenz: Fluid + festes [B].

w z ist Schnittkurve durch die Fläche: Dampf + festes [A]. *n m l* und *n m r* endlich sind Schnittkurven durch die Flächen der Koexistenz von Dampf und Lösung, also Schnittkurven durch das körperliche Gebilde, das von den Kurven $q\,k_b$, $k_b\,b$, $b\,m\,q\,n$ der Fig. 2 begrenzt wird. Der Charakter der Schnittfiguren ändert sich natürlich mit Veränderung der konstant gehaltenen Parameter, weitere Komplikationen treten beispielsweise auf, wenn der Schnitt für konstanten Druck beide Dreiphasenschlingen schneidet. Unsere früheren Arbeiten enthalten entsprechende Figuren. Doch geben die Fig. 2 und 3 in ihrer gegenseitigen Ergänzung, bei einigermaßen entwickeltem Anschauungsvermögen, schon ein recht übersichtliches Bild des gesamten Raummodelles, somit auch der ineinandergreifenden Beziehungen zwischen den einzelnen Phasen eines derartigen Systemes.

Wesentlich komplexer sind bildliche Darstellungen physikalisch-chemischer Beziehungen in ternären Systemen schwer- und leichtflüchtiger Komponenten. Eine gewöhnliche Raumfigur kann nicht mehr direkt alle Relationen zwischen Temperatur, Druck und den zwei Konzentrationsverhältnissen veranschaulichen; dazu wäre ein vierdimensionaler Raum nötig. Doch lassen sich auch hier „Projektionen" als Raumfiguren für Phasenkomplexe ohne Freiheitsgrad und mit einem Freiheitsgrad konstruieren. Das Maßgebende einer solchen dreidimensionalen „Projektionsfigur" sind dann die Linien und Flächen, keinesfalls aber die durch die Flächen abgeteilten Teilräume. Wir haben in früheren Arbeiten jeweilen die Temperatur-Konzentrations-Projektionsfigur benutzt[1]. Sie ist für das ternäre System, was die Projektion auf die T-X-Ebene im binären System der Fig. 2 ist. Vierphasenlinien und Dreiphasenflächen sind innerhalb des ternären Komplexes allein zeichenbar. Die zugehörigen Drucke kommen nicht zur Darstellung. Diese „Projektionsraumfiguren" können somit nicht ohne weiteres zeigen, was bei beliebigen äußeren Verhältnissen vorgeht, wohl aber geben sie ein getreues Bild über den Gesamtcharakter des Systemes. In quantitativer Beziehung ließe sich dieses Bild noch vervollständigen durch Einzeichnung von Isobaren.

Erscheint der Druck für einen bestimmten Zweck von mehr nebensächlicher Bedeutung, so kann die Temperaturraumfigur selbst

---

[1] Siehe z. B. P. Niggli, Habilitationsschrift Universität Zürich (Fischer, Jena). 1914. (Probleme der magmatischen Differentiation.) Zeitschr. f. anorg. Chemie. 77. p. 321. 1912. A. Smits, Konink Akad. Wetenschappen. Amsterdam 1912. p. 184 usw.

noch auf die Konzentrationsebene projiziert werden; das Temperaturgefälle kann durch Pfeile markiert werden[1], eventuell lassen sich die Isothermen ziehen.

Raumfiguren von gewöhnlichem Charakter müssen sich aber in ternären Systemen auf konstante Temperatur oder konstanten Druck, oder konstante Konzentration beziehen. Die Figuren, von denen ich Raummodelle bis jetzt habe anfertigen lassen, beziehen sich auf Vorgänge unter konstantem Druck. Unter diesen Voraussetzungen lassen sich räumlich alle wünschenswerten einzelnen Beziehungen in quantitativer Weise darstellen. Es wird ein System von drei Bestandteilen vorausgesetzt, die unter sich weder Verbindungen, noch Mischkristalle, noch mehrschichtige Flüssigkeiten bilden. Zwei Stoffe B und C sind schwerflüchtig, ein Stoff A ist sehr leichtflüchtig. Die binären Systeme A—B und A—C sind vom Charakter des durch Fig. 2 dargestellten Systemes. B und C bilden zusammen ein gewöhnliches eutektisches Gemisch. Der konstant gewählte Druck ist wenig unterhalb der Drucke der ersten kritischen Endpunkte in den Systemen A—B und A—C. Es wird das ein, in bezug auf die Zustände im Erdinnern, kleiner Druck (sagen wir ca. 100—200 Atmosphären) sein. Die Fälle geologischer Anwendbarkeit ergeben sich daraus von selbst.

Das Raummodell Fig. 10 ist aus Draht ausgeführt und zeigt eine Reihe von Isothermenflächen. Das Grunddreieck ist ein gewöhnliches Konzentrationsdreieck mit der Ecke für die leichtflüchtige Komponente nach links hin. Ordinate ist die Temperaturachse. Schnitte parallel zum Grunddreieck sind somit Schnitte konstanter Temperatur, bei allgemein konstant gehaltenem Druck. Wir wollen vorerst eine Reihe solcher Isothermenflächen kennen lernen.

Fig. 4 entspricht einer sehr hohen Temperatur wenig unterhalb des eutektischen Punktes im binären System B—C. Das schwarz gehaltene Dreieck $C e_6 B$ umfaßt alle diejenigen Zusammensetzungen, denen bei der Temperatur T_6 die Koexistenz von festem [C] + festem [B] + Schmelze e_6 zukommt[2]. $e_6 g_6$ ist die Löslichkeitsisotherme von festem [B] in den ternären Schmelzen, $e_6 f_6$ die entsprechende Kurve für festes [C]. $B e_6 g_6$ ist somit das Zustandsfeld für festes [B] und Lösung (bezw. Schmelze). Zwei Koexistenzverbindungslinien sind gezeichnet worden. Im Felde $C e_6 f_6$ koexistieren festes [C] und Schmelzlösung. Innerhalb $f_6 e_6 g_6 n_6 m_6$ existieren nur ungesättigte Schmelzlösungen. In A-reicheren Ge-

---

[1] Siehe die Figuren der vorhin zitierten Arbeiten.

[2] Ganz allgemein gilt für die Fig. 4—9, daß Dreiphasenfelder schwarz gehalten sind, Zweiphasenfelder durch Koexistenzgerade geteilt und Einphasenfelder weiß gelassen sind. Diese Art der Darstellung wirkt sehr übersichtlich.

mischen wächst der Dampfdruck und wird schließlich dem konstanten Druck gleich. So entspricht jeder Zusammensetzung innerhalb von $m_6 n_6 k_6 l_6$ eine Schmelzlösung von der Zusammensetzung längs $m_6 n_6$ und ein Dampf längs $k_6 l_6$. Dieser Dampf ist natürlich sehr A-reich und enthält wenig von den schwerflüchtigen Bestandteilen B und C. Der Übersichtlichkeit halber sind die Verhältnisse in unseren Figuren nicht extrem gedacht. A selbst befindet

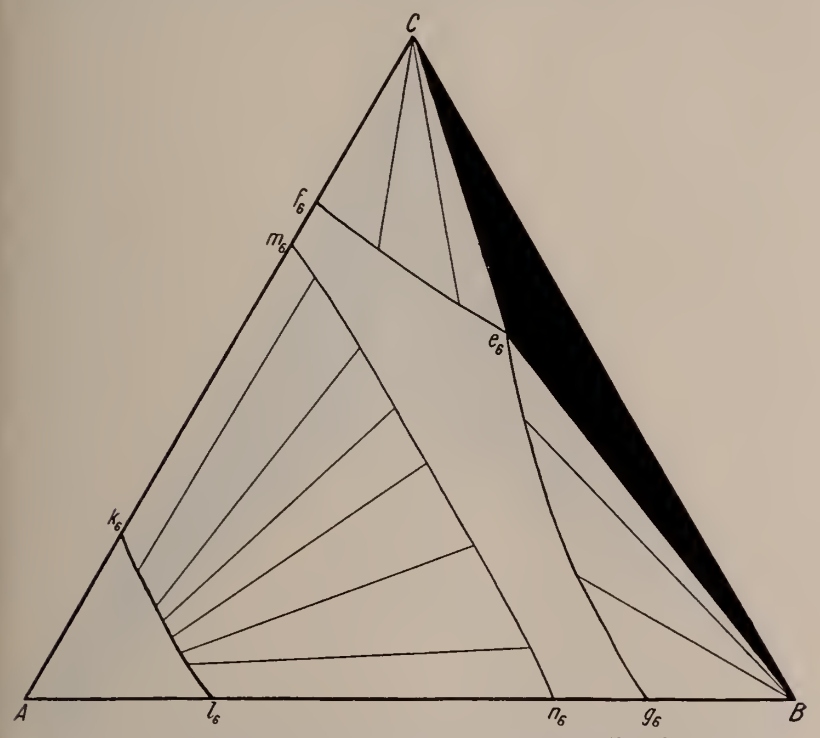


Fig. 4. Isothermendiagramm des ternären Raummodelles (konstanter Druck P) für die konstante Temperatur T_6.

sich bei einer Temperatur weit über der kritischen. In dem von A ausgehenden Zipfelchen A $k_6 l_6$ ist daher Gas die einzig mögliche Phase.

Bei einer tieferen Temperatur sind die Sättigungskurven ef und cg nach innen gewandert, d. h. die Löslichkeiten von B und C in den ternären Schmelzlösungen haben abgenommen. Den mit festem [B] oder festem [C] koexistierenden Schmelzlösungen kommt infolge der größeren Mengen von A ein höherer Dampfdruck zu. Der Dampfdruck einer der gesättigten Lösungen kann dem äußeren

Drucke gleich werden; diese Lösung muß dann zugleich auf der Kurve mn gelegen sein. In der Fig. 5 ist angenommen, daß dies zuerst für eine Schmelze des binären Systems A—B stattfindet. Punkt f_5 und Punkt m_5 fallen zusammen. Es bildet sich die Reaktion

$$\text{Schmelzlösung} = [\text{B}]_{\text{fest}} + \text{Dampf } k_5.$$

In diesem binären System würde somit (unter dem einheitlich konstanten Druck) bei der Temperatur T_5 unter Abscheidung von

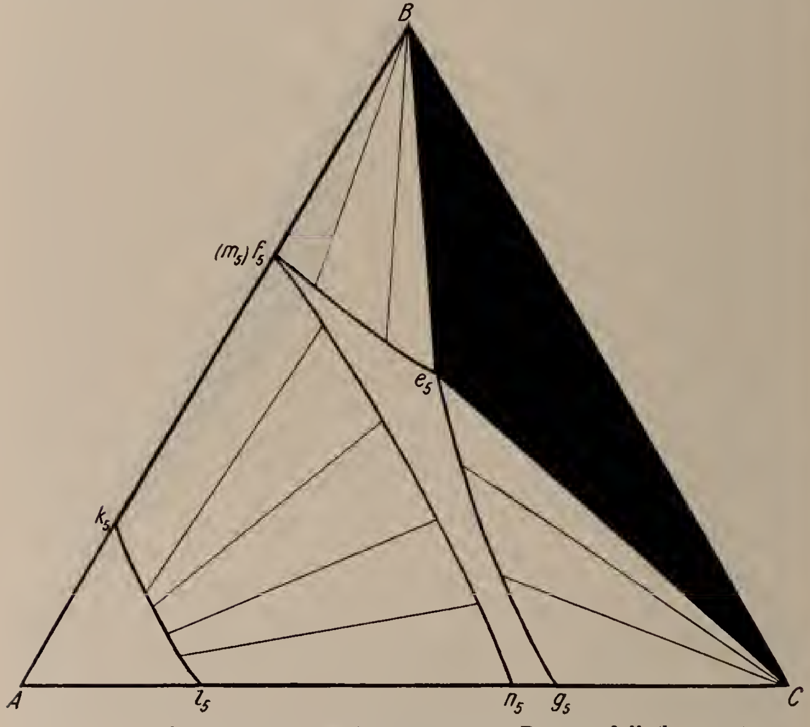


Fig. 5. Isothermendiagramm für das ternäre Raummodell (konstanter Druck P) für die konstante Temperatur T_5.

festem [B] eine Dampfphase entstehen. Bei weiterer Abkühlung verschwindet dann die Schmelzlösung vollkommen, da die obige Reaktion ganz nach rechts verläuft, es bleibt zurück festes [B] und eine fluide Lösung von B und A.

Der Charakter der Felder in Fig. 5 ist im übrigen der gleiche wie in Fig. 4.

Betrachten wir nun, entsprechend einer noch tieferen Temperatur T_4, die Isothermenfigur No. 6 (Fig. 6). Die Kurven ef und mn

schneiden sich bereits innerhalb des Dreieckes im Punkt d_4. Es ist also der Dampfdruck einer ganzen Reihe von an B gesättigten Schmelzlösungen größer als der konstant gehaltene Druck. Für Zusammensetzungen dieser Art koexistiert neben festem [B] eine fluide Phase längs der Kurve $o_4\ i_4$. Im Gebiet B $o_4\ i_4$ ist dies der Fall. Bei der Temperatur T_4 ist der Dampfdruck der Lösung d_4 gerade gleich dem herrschenden Druck. Es scheidet sich dort so-

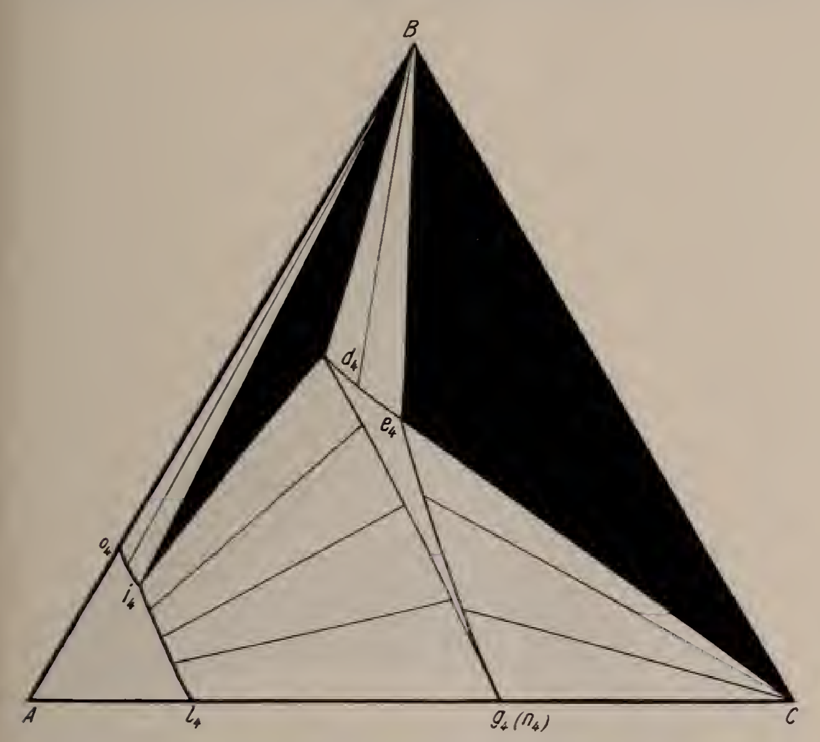


Fig. 6. Isothermendiagramm für das ternäre Raummodell (konstanter Druck P) für die konstante Temperatur T_4.

mit unter Bildung von Dampf i_4 festes [B] ab. Die Koexistenz der drei Phasen festes [B] + Schmelzlösung d_4 + Dampf i_4 gilt für alle Zusammensetzungen innerhalb des schwarz gehaltenen Dreieckes B $d_4\ i_4$. Zur gleichen Zeit weist auch im binären System A — C die gesättigte Lösung von [C] in A die Erscheinungen der Dampfbildung,

$$\text{Schmelzlösung } g_4 = [\text{C}]_{\text{fest}} + \text{Dampf } l_4$$

auf. Das Gebiet einfacher ungesättigter Lösungen wird daher durch $g_4\ e_4\ d_4$ allein bezeichnet. $i_4\ d_4\ l_4\ g_4$ gibt die Koexistenz von

Dampf + Schmelze an. Innerhalb A o_4 i_4 l_4 existiert nur eine gasförmige Phase. Wird noch weiter abgekühlt, so verschieben sich die Sättigungskurven $d\,e$ und $e\,g$ noch mehr nach A hin, und zwar bedeutend rascher als die Kurve $d\,g$. Deshalb treten die Schnittpunkte mehr im Innern des Konzentrationsdreieckes auf. Für eine Temperatur T_3 hat dann die Fig. 7 Geltung. Es gibt nun drei Dreiphasengebiete: Dreieck B C e_3 mit der Koexistenz $[B]_{fest}$ + $[C]_{fest}$ +

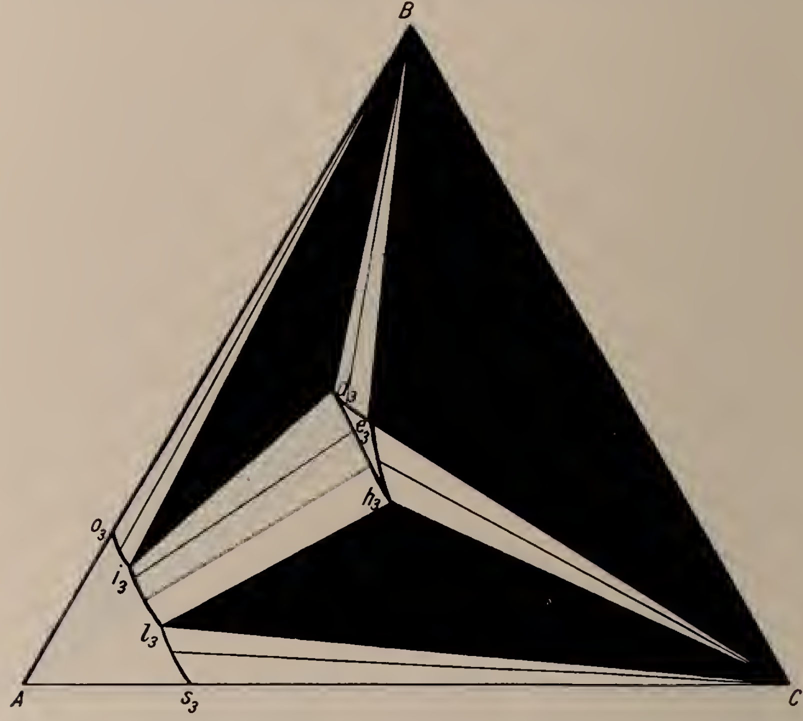


Fig. 7. Isothermendiagramm für das ternäre Raummodell (konstanter Druck P) für die konstante Temperatur T_3.

Schmelzlösung e_3; Dreieck B d_3 i_3 mit der Koexistenz $[B]_{fest}$ + Schmelzlösung d_3 + Dampf i_3; Dreieck C h_3 r_3 mit der Koexistenz $[C]_{fest}$ + Schmelzlösung h_3 + Dampf r_3. Fünf Zweiphasengebiete sind vorhanden, nämlich B o_3 i_3 mit der Koexistenz von $[B]_{fest}$ + fluide Phase; B d_3 e_3 mit der Koexistenz von $[B]_{fest}$ + Schmelzlösung; d_3 h_3 i_3 l_3 mit der Koexistenz von Schmelzlösung + Dampf; C h_3 l_3 mit der Koexistenz von $[C]_{fest}$ + Schmelzlösung; C l_3 s_3 mit der Koexistenz von $[C]_{fest}$ + fluide Phase.

Ungesättigte Schmelzlösung allein ist im Gebiet e_3 d_3 h_3 vorhanden, eine Gasphase für sich existiert im Zipfel A s_3 l_3 i_3 o_3.

Bei noch weiterer Abkühlung werden die inneren drei Zweiphasengebiete und das Gebiet einfacher ungesättigter Schmelzen immer kleiner, bis schließlich auch der Dampfdruck der eutektischen Schmelzlösung gleich und größer als der herrschende konstante Druck wird. Von nun an gibt es keine stabilen Schmelzlösungen mehr, sondern nur noch fluide Lösungen. Einen solchen Fall stellt Fig. 8 für die Temperatur T_2 dar. e_2 gibt die Zu-

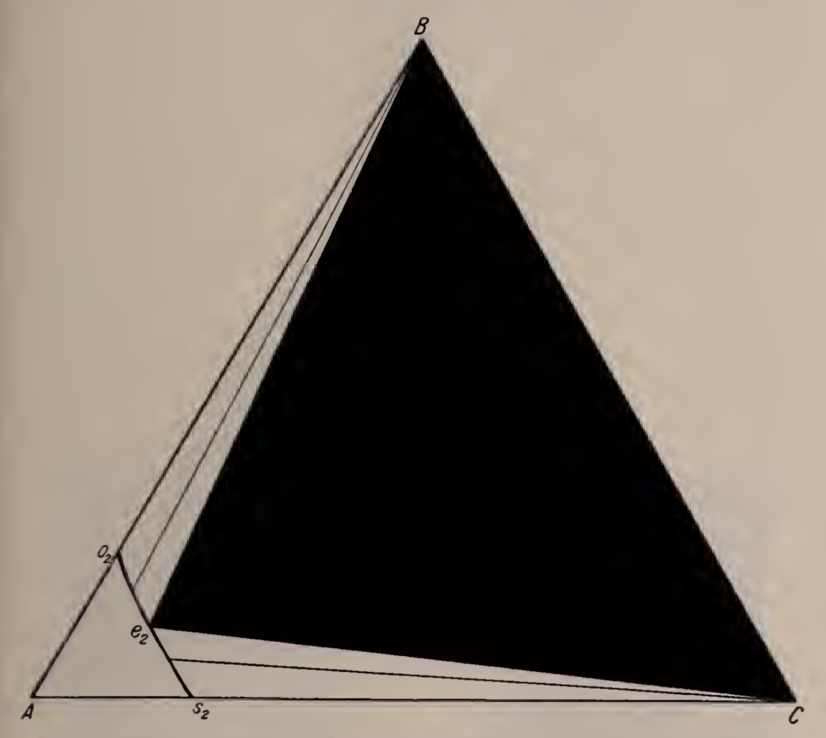


Fig. 8. Isothermendiagramm für das ternäre Raummodell (für konstanten Druck P) für die konstante Temperatur T_2.

sammensetzung der eutektischen fluiden Lösung an; $e_2\,o_2$ bezw. $e_2\,s_2$ sind die Sättigungskurven für $[B]_{fest}$ bezw. $[C]_{fest}$ in der fluiden Phase.

Dieser Zustand wird bei weiterer Abkühlung lange andauern, indem sich unter Abscheidung von $[B]_{fest}$ oder $[C]_{fest}$, oder beiden, die Zusammensetzungen der fluiden Lösungen immer mehr nach A hin verschieben. Erst etwas unterhalb der ersten kritischen Endtemperaturen oder unterhalb der kritischen Temperatur von A treten wieder flüssige Lösungen auf. Die Reihenfolge der Phänomene

beginnt nun im umgekehrten Sinne. Zuerst zeigen die eutektischen Gemische die Erscheinungen der Bildung einer flüssigen A-reichen Lösung, indem sich unter teilweiser Resorption von $[B]_{fest}$ und $[C]_{fest}$ unter Mithilfe der fluiden Lösung eine flüssige Lösung bildet. Es tritt dann weiterhin wieder ein Gebiet der Koexistenz von Dampf und Lösung auf. Für eine Temperatur T_1 ist in Fig. 9 ein solcher Fall gezeichnet. Die auftretenden Felder sind denen von Fig. 7 analog.

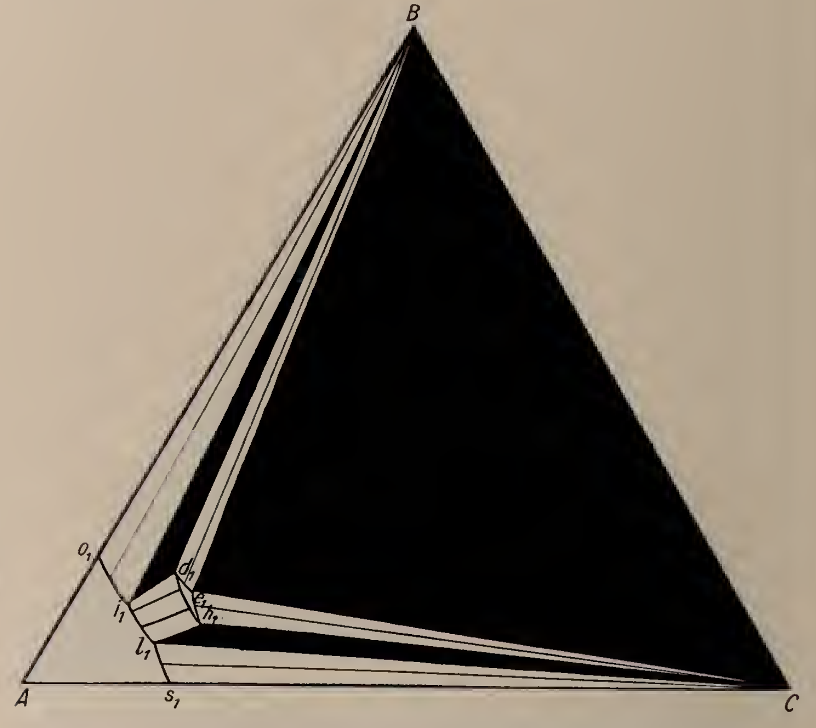


Fig. 9. Isothermendiagramm für das ternäre Raummodell (konstanter Druck P) für die konstante Temperatur T_1.

Legt man alle diese (und dazwischenliegende) Isothermenfiguren in richtiger Reihenfolge und richtigem Abstand parallel übereinander, so entsteht das Raummodell der Fig. 10. Entsprechende Punkte sind ihrerseits verbunden worden. Aus der Summe entsprechender Sättigungskurven entstehen Sättigungsflächen usw. Um die körperlichen Eigenschaften des Raummodelles besser hervortreten zu lassen, wurde es auch in Gips ausgeführt. Fig. 11 stellt es dar. Diejenigen Gebilde, die die Koexistenz von Dampf und Schmelzlösung und von Dampf und gewöhnlicher (A-reicher) Lö-

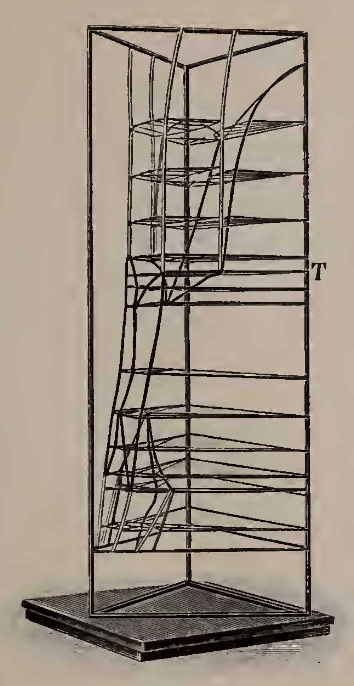


Fig. 10.

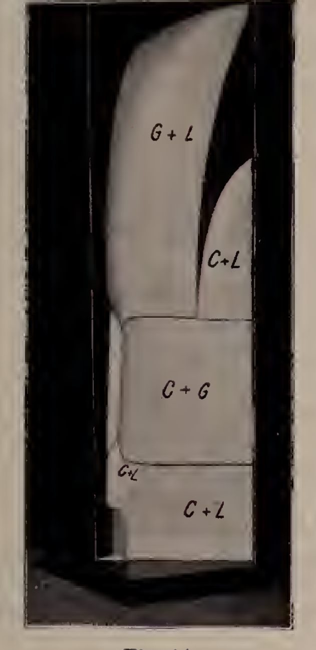


Fig. 11.

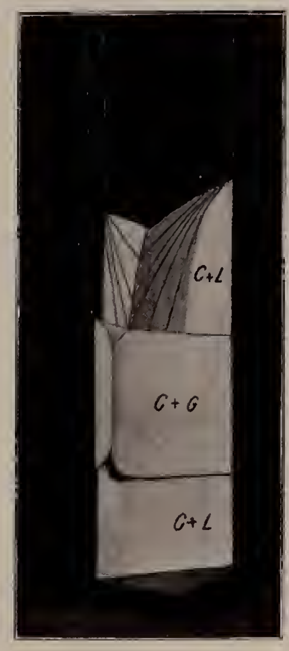


Fig. 12.

sung angeben, sind abnehmbar, um die Übersichtlichkeit zu erleichtern (siehe Fig. 12).

Ein solches Modell kann dazu dienen, um die prinzipiell wichtigen Eigenschaften magmatischer Systeme (ohne Komplikationen durch Verbindungen, Mischkristalle usw.) nach allen Seiten hin zu diskutieren. In erster Linie gibt es natürlich eine vollständige Beschreibung der Vorgänge unter dem, wie schon gesagt, nicht sehr hohen Druck, für den es angefertigt ist. Ein an leichtflüchtiger Substanz (A) nicht sehr reiches ternäres Magma weist bei der isobaren Abkühlung je nach der Zusammensetzung zuerst Ausscheidung von $[B]_{fest}$ oder $[C]_{fest}$ auf. Die Schmelzlösung, die zurückbleibt, wird immer A-reicher. Wird die eutektische Kurve vor Bildung einer Dampfphase erreicht, so scheiden sich aus der Schmelzlösung festes [B] und festes [C] gleichzeitig aus. Schließlich aber ist bei weiterer Abkühlung die Schmelzlösung an A so weit angereichert worden, daß ihr Dampfdruck dem äußeren Druck gleich wird. Dann erstarrt die Hauptmasse von [B] und [C] unter Bildung einer fluiden Phase, die selbst den Charakter einer eutektischen Lösung beibehält. Weitere Abkühlung hat langsame Ausscheidung von [B] und [C] aus dieser sehr A-reichen fluiden Phase zur Folge. Bei einer viel tieferen Temperatur können schließlich unter dem herrschenden Druck A-reiche Gemische auch wieder flüssig werden, wobei eine kleine Resorption von $[B]_{fest}$ und $[C]_{fest}$ stattfinden mag.

Aber auch das Verhalten eines solchen Systemes bei anderen Drucken läßt sich an Hand des Modelles leicht demonstrieren. Ist der Druck höher als die unteren kritischen Drucke, aber niedriger als der Maximaldampfdruck ternärer Schmelzlösungen, so fällt von den drei Teilen der Gipsfigur der untere Teil weg, d. h. die Möglichkeit der Zweiteilung in eine flüssige und gasförmige Phase bei tiefen Temperaturen ist nicht vorhanden. Ist der Druck sehr groß, größer als der Maximaldampfdruck (beispielsweise in der magmatischen Tiefenzone), so fallen in Fig. 12 die beiden unteren Teile vollständig fort und die steilen Sättigungsflächen von [B] und [C] setzen sich bis zum sehr tief gelegenen (in den Raummodellen nirgends berücksichtigten) ternären eutektischen Punkte fort. Man sieht daraus auch die große Temperaturerniedrigung des Festwerdens infolge Beimischung eines leichtflüchtigen Bestandteiles. Die Lösungen werden dabei durch relative Anreicherung von A immer leichtviskoser (wenigstens bis zu einem maximalen Wert) und gleichzeitig von größerer Innenspannung. Ihnen mag es möglich sein, vorhandene schwache Stellen der Umwandungen zu durchbrechen und die Erscheinungen der Injektion hervorzurufen.

Ist schließlich der Druck gering, so hat man durchwegs Erscheinungen, wie sie etwa der mittlere von den drei Teilen der Gipsfigur darstellt, d. h. es koexistiert eine an B und C wenig

reiche gasförmige Phase, die bei ganz kleinen Drucken reines A ist. Die Verwendbarkeit der verschiedenen Abschnitte des Raummodelles zur Erläuterung der Verhältnisse bei verschiedenen Drucken beruht natürlich darauf, daß die Dampfdrucke beim Übergang von einem „Abschnitt" in den andern jeweilen größer oder kleiner als der herrschende Druck werden. Deshalb läßt sich auch noch die Art der Wirkung von Druckänderungen mittelst des Modelles verfolgen. So wird beim Übergang von hohem zu tieferem Druck (wie beim Übergang vom oberen zum mittleren Teil) unter starker Abscheidung von $[B]_{fest}$ und $[C]_{fest}$ Dampf oder Gas entstehen usw.

Wie man sieht, kann man mit Hilfe eines derartigen Modelles die physikalisch-chemische Bedeutung einer ganzen Reihe von wohlbekannten vulkanischen und magmatischen Erscheinungen prinzipiell darlegen.

Leipzig, Mineralogisch-petrogr. Institut der Universität.

Manganhaltiger Albit von Kalifornien.

Von **E. H. Kraus** und **W. F. Hunt** in Ann Arbor, Michigan, U.S.A.

Vor einiger Zeit erhielt das hiesige mineralogische Institut zwei Mineralien von Ward's Natural Science Establishment in Rochester, N. Y., deren Zusammensetzung zu bestimmen war. Diese Mineralien stammten von der Caterinamine, Heriart Mountain, nahe bei Pala, Kalifornien. Das eine Mineral war schwarz, während das andere eine gelbliche Farbe besitzt. Beide Mineralien hatten eine blätterige Struktur, was an Feldspat erinnerte, aber die Farben waren für die Mineralien dieser Gruppe sehr abweichend. Eine chemisch-optische Untersuchung ist daher ausgeführt worden.

Die Zusammensetzung des schwarzen Materials wurde vollständig untersucht, während im gelben Mineral nur SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 und CaO bestimmt wurden.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2 . . .	64,44	1,068657	66,50	66,32	64,12
Al_2O_3 . .	20,28	0,198442	20,91	21,11	20,83
Fe_2O_3 . .	0,98	0,006140	—	—	1,07
MnO . . .	1,71	0,024119	—	—	Spur
CaO . . .	1,76	0,031373	1,85	1,87	1,97
MgO . . .	0,11	0.002729	0,12	—	—
Na_2O . . .	9,83	0,158548	10,12	10,70	—
K_2O . . .	0,49	0,005202	0,50	—	—
H_2O . . .	0,96	0,053333	—	—	—
Summa . .	100,56		100,00	100,00	

I. Schwarzes Mineral; II. Molekularverhältnisse; III. Berechnung auf 100% ohne Berücksichtigung von Fe_2O_3, MnO und H_2O: IV. Theoretische Zusammensetzung einer Mischung von 90,7% Albit und 9,3% Anorthit; V. Gelbes Mineral.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die Farben dieser Mineralien von sehr dunkeln Einschlüssen herrühren, und daher ist anzunehmen, daß das Vorhandensein von Fe_2O_3 und MnO von solchen Einschlüssen veranlaßt wird. Wird dann das schwarze Mineral als eine Mischung von Albit und Anorthit betrachtet und die angeführte Analyse, Kolumne I, so umgerechnet, daß CaO und MgO dem Anorthitmolekül zukommen, erhält man den folgenden Rest:

		Molekularverhältnisse
SiO_2	1,000455	6,0877
Al_2O_3	0,164340	1,0000
Na_2O, K_2O	0,163750	0,9964

Diese so erhaltenen Verhältnisse deuten unzweifelhaft auf eine Mischung von Albit und Anorthit hin. Wird die Zusammensetzung, abgesehen von Fe_2O_3, MnO und H_2O, dann auf 100% bezogen, so erhält man die in Kolumne III gegebenen Werte, welche als bestehend aus 90,7% Albit und 9,3% Anorthit zu betrachten sind. In Kolumne IV werden die Prozente der theoretischen Zusammensetzung einer solchen Mischung angeführt, welche sehr gut mit den umgerechneten, beobachteten Werten übereinstimmen.

Im Handstück konnte Manganit festgestellt werden, und eine Berechnung des MnO und Fe_2O_3 als MnO.OH und FeO.OH, respektiv, zeigte, daß nur 0,36% H_2O als freies Wasser angenommen werden muß, da das übrige in den soeben genannten Verbindungen chemisch gebunden ist. Chemisch ist das schwarze Mineral dann als eine Mischung von 90,7% Albit und 9,3% Anorthit zu betrachten, welche durch Einschlüsse und Beimengungen von Eisen- und Manganhydroxyd schwärzlich gefärbt ist. Das spezifische Gewicht wurde mittels der hydrostatischen Wage und der Pyknometermethode bestimmt und respektive folgende Werte erhalten: 2,68 und 2,688. Berechnet nach der Tschermak'schen Formel[1] soll das spezifische Gewicht einer Mischung von Albit und Anorthit von der oben gefundenen Zusammensetzung 2,62 sein. Die höheren beobachteten Werte sind leicht durch die soeben erwähnten metallischen Beimengungen zu erklären.

Daß das gelbe Material eine Mischung derselben Art ist, ergibt sich aus einer Vergleichung der in Kolumnen I und V angeführten

[1] Hintze, Handbuch der Mineralogie. II. p. 1358.

Zahlen, obgleich eine vollständige Analyse nicht ausgeführt wurde. In diesem gelben Material sind nur sehr geringe Mengen der Oxyde von Mangan und Eisen vorhanden, wodurch die lichtere Farbe wahrscheinlich veranlaßt wird.

Optisch ist dieses Material zweiachsig und positiv. Der optische Achsenwinkel ist ziemlich groß. Die Dispersion ist $v > \varrho$. Doppelbrechung schwach. α und β 1,53, 1,538, $\gamma = 1{,}542$. Nach Iddings[1] soll eine Albitanorthitmischung der oben angegebenen Zusammensetzung folgende Brechungsindizes haben: α 1,532, β 1,5375 und γ 1,543. Der kristallographische Winkel β ist ca. 116°. Diese optischen Eigenschaften stimmen daher sehr gut mit den aus theoretischen Gründen zu erwartenden überein.

Mineralogical Laboratory, University of Michigan.

Über lakustre Tertiärbildungen auf dem Hochplateau von Mexiko.

Von Dr. **E. Wittich**, Mexiko D. F.

Mit 3 Profilen.

Nördlich der Sierra von Pachuca, jenes durch den Reichtum seiner Erzgänge berühmten Gebirgsstockes, der etwa 90 km östlich von Mexiko liegt, dehnt sich eine schmale, aber langgestreckte Hochebene aus, bekannt unter dem Namen Llano de Atotonilco el Grande, die durch tiefe schluchtenartige Täler von den angrenzenden Gebirgen getrennt wird.

Atotonilco el Grande, benannt nach den in der Nähe entspringenden heißen Quellen, ist die größte Ansiedlung auf der Hochebene, deren mittlere Höhe rund 2100 m erreicht.

Während die Sierra von Pachuca im wesentlichen von älteren Andesiten aufgebaut wird, beteiligen sich an dem Sockel der Hochebene von Atotonilco neben diesen Eruptivgesteinen auch jüngere Sedimente, nämlich Kalke und Mergel des Cenomans.

Es mag hier kurz darauf hingewiesen werden, daß die Andesite und ihre Tuffe der Sierra von Pachuca viel älter sind, als man bisher allgemein annahm. Meist wurden sie als tertiär angesehen, gehören aber bereits der mittleren Kreide an. Übrigens hatte bereits Jos. Burkart 1824 die Lagerungsverhältnisse dieser Andesite richtig erkannt, wenn er sich auch über das Alter der Sedimentgesteine täuschte. Derartige ältere Andesite wurden mehrfach in Mexiko angetroffen, so in Chihuahua[2], in Nieder-Cali-

[1] Iddings, Rock Minerals. 1906. p. 204—205 (Tafel).
[2] Griggs, Mines of Chihuahua. 1907.

fornien [1], in Colima (mündliche Mitteilung des Herrn Dr. P. Waitz, Mexiko), im Staate Guerrero (mündliche Mitteilung desselben Herrn) sowie im Staate Hidalgo nach Dahlgren [2].

Die Schichten, die das Cenoman bei Atotonilco el Grande bedecken, sind verhältnismäßig sehr jungen Alters, und die tiefsten derselben gehören höchstens zum Miocän. Im allgemeinen liegen direkt auf der Kreide oder angelehnt an ihre Erhebungen oder, wo die Kreide fehlt, direkt auf den älteren Andesiten mächtige Schotter und Konglomerate, die wesentlich aus Andesitmaterial bestehen, mit denen feinere Kiese, Sande und Tone derselben Herkunft wechsellagern. Neben dem Detritus von Andesiten und deren Tuffen nehmen an der Bildung jener Sedimente in geringerem Maße Anteil Chalcedongerölle, Kreidemergel und Kalke des Cenomans. In den oberen Lagen stellen sich dann sandige Lehmbetten ein, oft mit reinen Lehm- und Mergelbetten, denen sich dann noch Bimssteine zugesellen.

Dieser Wechsel der Schichten wiederholt sich mehrmals, bei sehr variierender Mächtigkeit der einzelnen Schichten.

Dabei läßt sich beobachten, daß das Material nach oben hin stets feinerkörniger wird, die Schotter treten mehr zurück, Sande und Kiese überwiegen, gleichzeitig nehmen dagegen die zuerst spärlichen Bimssteine allmählich derart zu, daß sie schließlich in den obersten Horizonten fast reine Bimssteinlagen bilden, die bis zu mehreren Metern Mächtigkeit erreichen.

In den feinkörnigen oberen Schichten entdeckten wir in der Umgebung von Atotonilco große Mengen gut erhaltener Pflanzenreste, teils nur im Abdruck, teils in verkohlter Substanz. Unter diesen paläophythologischen Resten finden sich zahlreiche Dicotylenblätter, ferner Gramineen und Gymnospermen. Die für die Konservierung von Pflanzenresten so sehr geeigneten Schichten erreichen eine Mächtigkeit von mindestens 15 m.

In den tieferen Lehmlagen, die den unteren Schottern und Konglomeraten eingeschaltet sind, liegt ein Horizont mit zahlreichen Säugetierresten; wir fanden darin Fragmente von *Mastodon*, darunter Stoßzahnreste, Teile vom Unterkiefer und andere Skeletteile; soweit man an den teilweise erhaltenen Molaren sehen kann, handelt es sich hier um eine etwas altertümliche *Trilophodon*-Form.

Auch an anderen Stellen in der Umgebung von Atotonilco, besonders nahe den heißen Quellen, wurden in dem gleichen Horizonte Skelettreste gefunden, leider jedoch niemals konserviert.

---

[1] E. Böse y E. Wittich, Informe relativo a la exploracion de la region norte de la costa occidental de la Baja California. México 1913. Parerg. Instit. geol. Mexic. 4.

[2] Ch. B. Dahlgren, Minas historicas de la Republica Mexicana. Secret. Fom. Mexico. 1887.

Diese Ablagerungen, die sofort ihren fluvio-lakustren Charakter verraten, variieren wie alle diese Bildungen außerordentlich hinsichtlich der Mächtigkeit und der Struktur der einzelnen Schichten; doch läßt sich als allgemeines Bild ein Profil zusammenfassen, das sich am Einschnitt des schluchtartigen Tales des Baches von Amajác darbietet, den auch der Weg von Atotonilco nach dem Städtchen Actopan benützt, bekannt dort unter dem Namen „Paso de Actopan" (Fig. 1).



Fig. 1. Schichtenprofil von Atotonilco el Grande bis zum Paso de Actopan.

Das Liegende im Bachtale bildet eine in gestörter Lagerung befindliche Scholle von Andesit in ca. 1920 m Meereshöhe.

Sie wird bedeckt von groben Andesitgeröllen und Schottern, deren Mächtigkeit, entsprechend der Unregelmäßigkeit des Andesitsockels, schwankt zwischen 3 und 30 m. Hierauf folgen die tiefsten resp. die ersten Bimssteintuffe mit Einlagerungen von Andesitsanden; ihre Mächtigkeit erreicht 40—50 m.

Sie werden überlagert wiederum von Andesitkonglomeraten, die aus sehr grobem und stark gerolltem Material bestehen; nach oben gehen sie allmählich über in Andesitkiese; ihre Mächtigkeit beträgt rund 20 m.

Auf sie folgt eine zweite Bimssteinschicht, genau wie die untere, aber höchstens 10 m stark.

Bedeckt werden diese letzteren von feinkörnigen Andesitsanden

und umgelagerten Tuffen, in denen, wie erwähnt, zahlreiche Pflanzenreste gefunden wurden; ihre Mächtigkeit ist etwa 20 m.

Es folgen darüber Schichten aus noch feinerem Material, sowie mit großen Tonschmitzen, in denen gleichfalls noch Pflanzenreste auftreten, zuweilen auch kleine Kohlenflecke. Die Mächtigkeit dieser Schichten erreicht rund 15 m.

Überlagert werden diese Pflanzenschichten von Andesitsanden, etwa 15 m mächtig, auf die dann wieder weiße Tuffe folgen aus glasigem Bimssteinmaterial, die aber kaum 1 m stark werden.

Hierauf wiederholen sich nochmals in 1—2 m mächtigen Schichten die feinen Andesitsande als abschließende Bildung. Die

Überlagerung der obermiocänen Konglomerate durch Basalte.

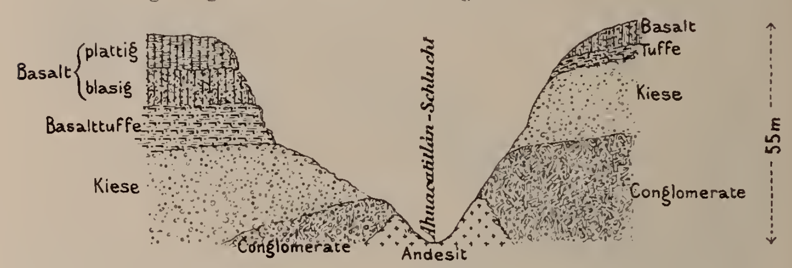


Fig. 2. Querschnitt durch die Ahuacatitlán-Schlucht bei Atotonilco.

Gesamtmächtigkeit jener Sedimente, die durch das ganze Profil hindurch den Eindruck eines kontinuierlichen Überganges machen, beträgt ungefähr 150—170 m.

Überlagert wird dieser fluvio-lakustre Schichtenkomplex von jüngeren Effusivgesteinen; in der näheren Umgebung von Atotonilco sind es Basalttuffe und Ströme, dagegen nur einige wenige Kilometer nördlich folgen unmittelbar auf die letzten Andesitsande Rhyolithtuffe (Bimssteine) und Rhyolithströme und erst auf diese letzteren folgen die Basalte (Fig. 2).

Auch in der tiefen Schlucht des Meztitlánbaches, besonders in der Umgebung von Los Reyes und Santa Catarina, wenige Kilometer nördlich von Atotonilco, treten dieselben Konglomerate und Kiese wieder auf, setzen sich jenseits dieser Barranca, auf der Nordseite des Baches, noch weiter fort und bilden hier die Hochebene von Vaquerias. Bis hierher reichen auch die überlagernden Rhyolithströme und Decken [1], während weiter südlich nur noch Bimssteintuffe, als Zeichen der eruptiven Tätigkeit, auftreten.

[1] J. D. Villarello y E. Böse, Los criaderos de la Hacienda de Vaquerias, E. de Hidalgo. Bolet. Inst. Geol. Nac. **16**. México 1912.

Derartige Konglomerate, Sande mit Bimssteinen und überlagernden Rhyolithen sind auf der zentralen Hochebene Mexikos häufig, freilich ohne daß bisher ihr Zusammenhang und ihre geologische Stellung richtig erkannt worden wäre.

Die gleichen Sedimente wie die beschriebenen, bestehend aus Tonen und Tuffen mit Pflanzen- und Säugetierresten etc., fand E. D. Cope in der Nähe von Zacualtipán, im Staate Hidalgo, etwa 40 km westlich von Atotonilco. Hier haben sich die vegetabilischen Reste derart angehäuft, daß Braunkohlenlager entstanden sind, zu deren Studium Cope diese Aufschlüsse besuchte. Über die Natur dieser Bildungen sagt Cope[1] u. a. folgendes:

> „It consists of regularly stratified beds of clay of „volcanic ash, of clay or carbonaceous shales, more or less „finely bedded."

Die Konglomerate wurden bei diesen Aufschlüssen anscheinend nicht erreicht. Von Bedeutung war in diesen Schichten außer den Pflanzenresten, daß noch einige spärliche Fragmente von Säugetieren gefunden wurden, die jedoch zur Bestimmung hinreichten; es waren Zähne von *Hippotherium peninsulatum* und *Protohippus Castilloi*.

Auf Grund dieser Funde reihte Cope diese Ablagerungen ein in die Loup Fork Beds, d. h. also in das Obermiocän.

Über diesen Schichten bei Zacualtipán lagern, genau wie bei Vaquerias, noch Rhyolithdecken, denen dann gleichfalls ein obermiocänes Alter zugesprochen werden muß.

Dieselben Ablagerungen beschreibt E. Böse[2] aus den Seitentälern des erwähnten Meztitlánbaches nordöstlich von Atotonilco; die den Notizen von Böse beigefügten Profile entsprechen den hier wiedergegebenen. Leider gibt der Autor keine näheren Erklärungen der von ihm dargestellten Profile; ebensowenig unterscheidet er die Tuffe voneinander, noch deren Beziehungen zu einander; aber auf Grund unserer Beobachtungen lassen sich die allgemeinen Beschreibungen und die Profile von Böse doch interpretieren.

Bezeichnet werden diese fluvio-lakustren Sedimente von Böse als „alte postcretaceische Alluvionen"; sie werden dort überlagert von Basalten und Basalttuffen, die zum Pliocän-Quartär gehören sollen. Über die Aufeinanderfolge der Schichten sagt der Autor l. c. folgendes: „Der unterste Basaltstrom ruht auf einer etwa 100—150 m mächtigen Schicht von Breccien und Konglomeraten, die z. T. aus Schiefern und Kalkfragmenten bestehen, aber auch aufgearbeitete mexikanische Tuffe und Breccien enthalten.

[1] E. D. Cope, Report of the coal deposits near Zacualtipán in the State of Hidalgo. Prc. Amer. Philos. Soc. **23**. 1886. Philadelphia. — The Loup Fork Miocene in México. Amer. Naturalist. 1885. May. p. 495.

[2] E. Böse. Zur Frage der Entstehung des sogenannten mexikanischen Zentralplateaus. N. Jahrb. f. Min. etc. 1908. II. p. 114 u. folg.

Diese Schichten ruhen, wie man an mehreren Stellen sieht, teils auf Kalken der mittleren Kreide, teils auf Tonschiefern."

In diesen Konglomeraten treten auch Lignitlager auf, und zwar in der Schlucht des Arroyos de las flores, und es ergibt sich ein Profil ähnlich dem von Zacualtipán.

Welcher Art die zitierten „aufgearbeiteten vulkanischen Tuffe und Breccien" sind, sagt Böse leider nicht; daß es sich bei diesen einfach um Andesitkonglomerate und Sande und wohl auch um Bimssteinfragmente handelt, wird wahrscheinlich, wenn man diese Ablagerungen weiter westwärts verfolgt, den Meztitlánbach abwärts, wo sie schließlich in die oben beschriebenen Sedimente von Atotonilco übergehen.

Aber diese fluvio-lakustren Sedimente, in solcher Mächtigkeit und in so direkter Verbindung mit rhyolithischen Tuffen und Ergüssen, beschränkt sich nicht auf die immerhin schon geräumige Zone von Zacualtipán, Atotonilco, Barranca de Meztitlán, man trifft vielmehr an vielen Stellen, die weit auseinander liegen, die gleichen geologischen Gebilde wieder, natürlich mit lokalen Variationen.

So tritt in der unmittelbaren Umgebung von Guanajuato, der bekannten Minenstadt, eine außerordentlich mächtige Ablagerung von Konglomeraten und Geröllen auf, die wegen ihres aus Hämatit bestehenden Bindemittels den Namen „Conglomerado rojo" führt, eine Bezeichnung, die auch in die wissenschaftliche Literatur überging[1]. Dieses im allgemeinen aus groben Dioritgeröllen aufgebaute Konglomerat wird nach oben allmählich feinkörniger und schließlich zu einem feinen und gut geschichteten Sandstein oder gar zu einem Schieferton, der sich leicht plattig absondert. Diese Platten werden in mehreren Steinbrüchen bei Guanajuato abgebaut und in der Stadt unter dem Namen „Lozeros" als Bodenbelag verwendet. Ein hoher Gehalt an Feldspäten, die als weiße, bereits etwas verwitterte Kristalle in der Grundmasse dieser Lozeros liegen und die dem Gestein ein arkoseartiges Aussehen verleihen, deuten bereits auf eine starke Beimischung von rhyolithischem Tuffmaterial hin. Über den Lozeros folgen dann gröbere Tuffschichten mit großen Rhyolithauswürflingen, und diese Ablagerungen werden ihrerseits wieder bedeckt von Rhyolithströmen, die die Höhen nördlich und östlich von Guanajuato bilden.

Auch in der Umgebung von Zacatecas treten dieselben Ablagerungen in denselben Lagerungsverhältnissen wie bei Guanajuato auf, wo sie bereits 1825 Jos. Burkart ganz richtig erkannt hatte. Burkart's Bemerkungen hierüber seien daher hier wörtlich wiedergegeben:

---

[1] Jos. Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexiko etc. Stuttgart 1836. I. p. 351.

„Aus dem Tale von Zacatecas (150 km nördlich von Guanajuato) nach der Bufa heraufsteigend, sieht man in rascher Folge massigen Diorit, geschichtetes Konglomerat, trachytische Trümmergesteine (Lozero) und Trachytporphyr übereinander gelagert und die drei Felsarten durch ebenso deutliche Übergänge miteinander verbunden, wie es bei den ihnen ganz ähnlichen Gesteinen von Guanajuato der Fall ist [1].“

Dieselben Ablagerungen sind noch von vielen anderen Orten bekannt geworden und dürften wenigstens teilweise der gleichen Epoche angehören; sie scheinen sich sogar gegen den Golf hin fortzusetzen und hier z. T. in Brackwasserbildungen überzugehen. Ein genaues Studium dieser Schichten wird dann auch weiteres Licht verbreiten über diese seltsamen Inlandskonglomerate.

Wenn den Konglomeraten außerhalb der Zone Atotonilco—Zacualtipán pflanzenführende Schichten und Säugetierreste auch fehlen, so zeigt doch die Aufeinanderfolge der Ablagerungen — nämlich Konglomerate, aus dem Material der umgebenden Gebirge gebildet, dann Sande, Kiese mit Rhyolithtuffen und Bimssteinen und schließlich Rhyolithdecken — überall eine solche Gleichmäßigkeit, die auf eine kontemporäre Bildung unter denselben geophysikalischen Umständen hinweist.

Wie die in den tieferen Schichten zuerst nur spärlich eingestreuten Rhyolithtuffe zeigen, beginnt in der Zeit jener fluviolakustren Sedimentation die Eruption der Rhyolithe, wenigstens in der Gegend von Atotonilco bis Guanajuato, die dann stets an Heftigkeit zunahm, wie die höheren Ablagerungen aus reinerem Rhyolithtuff beweisen, bis es schließlich zum Erguß der ausgedehnten Rhyolithdecken kam.

Die tiefsten Schichten zeigen zuweilen eine gewisse Unregelmäßigkeit in der Ablagerung, da sie die Unebenheiten der alten Oberfläche, wie wir in dem Profil gesehen haben, zuerst ausfüllen mußten.

Erheblich jünger als die Eruptionen der Rhyolithe sind dann die der Basalte; nach gelegentlichen Funden in der Umgebung von Atotonilco von *Elephas*-Resten in den Basalttuffen dürfte die Basalteruption dort vom Oberpliocän bis in das Diluvium gereicht haben.

Daß nach den Basaltausbrüchen noch starke tektonische Störungen vorgekommen sind, zeigt sich deutlich in der oben erwähnten Barranca von Amajque, in der die Basaltdecke staffelförmig in das schmale Flußtal abgebrochen ist.

Nahe bei dem Paso de Actópan sind die miocänen Konglomerate mit den Resten des Basaltstromes in drei Staffeln abgesunken, wobei sich auf jeder dieser Schollen noch eine kleine Basaltkrönung

[1] Jos. Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexiko etc. Stuttgart 1836. I. p. 351.

erhalten hat. Diese sehr charakteristische Stelle ist dort im Volksmunde bekannt unter dem Namen „Los tres Comales“. (Der Comal ist die runde Tonplatte zum Rösten der Tortillas.) (Fig. 3.)

Auch in dem tiefen Tale des erwähnten Rio de Meztitlán finden sich solche Stufenabbrüche, die noch die sehr mächtige Basaltdecke gestört haben, und die das Tal als geologischen Graben charakterisieren.

Wir sehen also, daß im alten, prätertiären Gebirge zur Zeit des Miocäns die Niederungen mit lakustren und fluviatilen Sedimenten erfüllt wurden, denen sich die Rhyolithe anschlossen, während zur weiteren Ausfüllung und Nivellierung schließlich noch die Ausbrüche der Basalte und ihre Tuffe erheblich beitrugen.

Dann aber begann mit den jüngeren tektonischen Störungen eine intensive Denudation und Erosion, die heute noch anhält. Die

Abbrüche der Basaltdecke.

Fig. 3. Staffelbrüche an den „Tres Comales“.

Täler, die in ihrer Anlage tektonischen Ursprunges sind, werden infolge der sehr reichen Niederschläge dieser Landschaft stark erodiert; nicht minder intensiv ist die allgemeine Denudation auf den mit Sanden und Tuffen bedeckten Llanos.

Die bisherige landläufige und bequeme Auffassung, die durch flüchtige Exkursionen noch bestärkt wurde: das zentrale Hochland von Mexiko sei heute ein in seinen eigenen Schuttmassen erstickendes Gebirge, aus dem nur die höchsten Regionen wie Inseln hervorragten — ist nicht richtig. Wir haben gesehen, daß in der Gegend von Atotonilco, Zacualtipán, Guanajuato gerade das Gegenteil der Fall ist. Das alte Gebirge war unter den Massen der obermiocänen Sedimente und Rhyolithe, teilweise auch der Basalte, z. T. vergraben und wird jetzt wieder davon denudiert.

Wenn ich auch überzeugt bin, daß dieser Vorgang auf dem Hochplateau von Mexiko sich noch an vielen Stellen wiederholt, so möchte ich doch diese Auffassung nicht voreilig verallgemeinern, wie es mit der gegenteiligen Ansicht geschehen ist.

Sedimentation in größerem Maßstabe findet in der Gegenwart

im wesentlichen nur in den abgeschlossenen Becken statt, so auf der Hochebene der Hauptstadt Mexiko, also in den Inlandssenken, ebenso auch auf der zwischen Mexiko und Pachuca gelegenen Niederung in den temporären Seen.

Wo jedoch die orographischen Verhältnisse es gestatten, setzte die Erosion ein, die an vielen Stellen nicht bloß die Täler teilweise bis auf das alte Gebirge bereits gereinigt hat, wie oben gezeigt wurde, sondern zuweilen auch die Hochebene bis auf die liegenden Kreideschichten oder die Andesite sogar bis auf den Jura entblößte. Auch Abhangsschuttmassen, die in die Niederungen geraten, häufen sich nicht in dem Maße an, daß sie die Gebirge darin begraben oder nur die Täler einebneten; derartige Ablagerungen sind nur ganz lokal und temporär, die intensive Erosion sorgt bald für Beseitigung dieser Bildungen.

Die chemische und geologische Abgrenzung der Steinkohle gegen die Braunkohle.

Von **A. Sachs** in Breslau.

Im Januarheft der Zeitschr. f. prakt. Geol. 1914 ist ein Aufsatz von Donath und Rzehak: „Zur Kenntnis einiger Kohlen der Kreideformation“ erschienen, den ich für so bedeutsam halte, daß nicht nur ein Referat, sondern auch eine Diskussion desselben geboten erscheint.

Die Abhandlung zerfällt in 4 Teile: I. Einleitung (von Donath), II. Chemisches Verhalten der Kreidekohlen (von Donath), III. Die Kreidekohlen vom geologischen Standpunkte betrachtet (von Rzehak), IV. Schlußbemerkungen (von Donath).

In den Schlußbemerkungen, um diese vorwegzunehmen, konstatiert Donath, daß die von Rzehak mitgeteilten Beobachtungen z. T. mit Donath's in einer Reihe früherer Abhandlungen ausgesprochenen Anschauungen über die fossilen Kohlen übereinstimmen, in manchen wichtigen Punkten jedoch mit seinen Anschauungen im Widerspruch stehen. „Zur Klärung dieser Widersprüche müßten weitere experimentelle Untersuchungen folgen . . . .“

In der Einleitung gibt Donath *eine genaue und scharfe chemische Abgrenzung* der Steinkohle gegen die Braunkohle. Wenn es auch in der prozentuellen Zusammensetzung beider keine schroffen Unterschiede gibt, sondern man hinsichtlich der einzelnen Elementarbestandteile allmähliche Übergänge findet, so weist doch schon die verschiedene Verwertbarkeit beider Fossilien auf eine verschiedene chemische Beschaffenheit hin. Donath betont zunächst ihr verschiedenes Verhalten gegenüber benzolischen Extraktlösungen: Braunkohle zeigt in benzolischen Extraktlösungen gar keine Fluores-

zenz oder kaum andeutungsweise, Steinkohlen dagegen geben, mit kochendem Benzol extrahiert, stark fluoreszierende Extraktlösungen. Daraus ist zu schließen, daß in den Steinkohlen allgemein Körper der aromatischen Reihe schon präexistieren, bei den Braunkohlen nicht.

Weiterhin weist Donath auf 9 Punkte hin, die die chemischen Gegensätze zwischen Steinkohle und Braunkohle illustrieren:

1. der Grad der Hygroskopizität,
2. das Verhalten beim Erhitzen der Substanz im bedeckten Tiegel,
3. das Verhalten gegen kochende Kalilauge,
4. das Verhalten bei der trockenen Destillation und die qualitative Beschaffenheit der Destillationsprodukte,
5. das Verhalten bei der Extraktion mit siedendem Benzol,
6. das Verhalten gegen verdünnte Salpetersäure 1 : 10,
7. das Verhalten gegen ein Gemisch von Kaliumbichromat und Schwefelsäure nach Wiesner,
8. das Verhalten beim Schmelzen mit Ätzkali und Ätznatron,
9. das Verhalten gegen Salpeter-Schwefelsäure.

Ich denke, es liegt kein Grund vor, diese grundsätzlichen Feststellungen des bekannten Technologen, die er gemeinsam mit A. Indra machte, anzuzweifeln, man darf vielmehr wohl übereinstimmend mit ihm die chemische Abgrenzung von Steinkohle und Braunkohle als gelungen ansprechen, eine Abgrenzung, die er in folgendem Satze ausspricht: „Diese beiden Gruppen von Kohlen verhalten sich, weil sie eben eine verschiedene chemische Beschaffenheit besitzen, auch gegen chemische Eingriffe sehr verschieden, und wer sich einigermaßen länger mit der Untersuchung der Mineralkohlen in dieser Hinsicht beschäftigt hat, wird sehr bald die Überzeugung gewinnen, daß es keine Schwierigkeiten bereitet, diese beiden Kohlenarten immer chemisch genau zu differenzieren.“

Nun aber taucht als zweite, nicht minder wichtige Frage die *geologische Abgrenzung* beider Fossilien gegeneinander auf.

Ich will mich zunächst in dieser Hinsicht rein referierend verhalten. Es werden in der Abhandlung eine Anzahl von Kohlen der Kreideformation behandelt, Donath bespricht ihr chemisches Verhalten, d. h. er stellt fest, ob es Steinkohlen oder Braunkohlen sind, Rzehak bespricht die geologischen Verhältnisse. Es werden behandelt:

a) aus der unteren Kreide:
   1. Kohle vom Deisterhauptflöz der Wealdenformation, Barsinghausen,
   2. Tiefbaukohle von Obernkirchen (Schaumburg),
   3. Magerkohle von Obernkirchen (Schaumburg),
   4. Kohle von Münchehagen (Hannover),
   5. Kohle von Osterwald (Kreis Hameln);

b) aus der oberen Kreide:

1. Kohle von Obora bei Boskowitz in Mähren,
2. Kohle von Grünbach am Schneeberg (Nieder-Österreich),
3. Kohle von Stranitzen in Südsteiermark,
4. Kohle von Windischgarsten (Ober-Österreich),
5. Kohle aus dem Kohlenrevier des Kreises Löwenberg in Preußisch-Schlesien.

Die Resultate, zu denen Donath gelangt, sind kurz gefaßt folgende: Sämtliche untersuchten Vorkommen der unteren Kreide sind ganz oder vorwiegend Steinkohlen, in der oberen Kreide werden die Vorkommen von Obora in Mähren, von Windischgarsten, von Löwenberg als Braunkohlen, die Vorkommen von Grünbach und von Stranitzen als Steinkohle charakterisiert. Zieht man nun die Ausführungen von Rzehak zu Rate, so gehören die Kohlen von Grünbach und von Stranitzen der Gosauformation an, sind also noch etwas jünger als die mährische Kreidekohle, bei beiden Vorkommen aber weist Rzehak ausdrücklich darauf hin, daß die Lagerungsverhältnisse stark gestört sind, so daß der Verdacht besteht, daß hier der Inkohlungsprozeß durch dynamische Einwirkungen weiter fortgeschritten ist. So zeigt auch die ebenfalls der Gosauformation angehörige Kohle von Windischgarsten infolge ihrer flachen Lagerung vorwiegend Braunkohlencharakter.

Kurz gesagt also führen die Untersuchungen beider Forscher zu folgendem Resultate: Die untersuchten Kohlen der unteren Kreide sind ganz oder vorwiegend Steinkohlen, die untersuchten Kohlen der oberen Kreide sind Braunkohlen, die teilweise sekundär zu Steinkohlen umgewandelt wurden.

Ich bin mir allerdings wohl bewußt, in diesen Satz ein persönliches, subjektives Moment hineingetragen zu haben, denn beide Autoren, und das ist das Merkwürdige dieser wichtigen Abhandlung, wehren sich ganz ausdrücklich dagegen, eine geologische Abgrenzung zwischen Steinkohle und Braunkohle anzuerkennen. So sagt Donath: „Daß die geologische Epoche, in der sie entstanden, also die verschieden langen Zeiträume bei der Bildung der fossilen Kohlen, von Einfluß auf ihre Beschaffenheit sind, wird ohne weiteres bis zu einem gewissen Grade zugegeben, allein daß dies nicht in erster Linie maßgebend für die Natur derselben ist, ergibt sich aus den bereits mehrfach konstatierten Tatsachen, daß aus einer jüngeren geologischen Epoche stammende Kohlen vorwiegenden oder ausgesprochenen Steinkohlencharakter besitzen, während geologisch ältere Kohlen vorwiegenden oder ganz ausgesprochenen Braunkohlencharakter aufweisen und auch geologischerseits so unterschieden wurden.“ Und noch schärfer drückt sich Rzehak aus: „Daß das geologische Alter bei der Unterscheidung

von Stein- und Braunkohlen keine Rolle spielt, darüber gibt es wohl heute keine Meinungsverschiedenheit mehr."

Ich selbst kann mich dieser Auffassung nicht anschließen. Die von Donath unzweifelhaft nachgewiesenen chemischen Unterschiede zwischen Steinkohle und Braunkohle können doch nur in dem Material, aus dem sich beide gebildet haben, begründet liegen. Dieses Material aber hing ganz wesentlich von dem Klima der jeweiligen geologischen Epoche ab: Mithin muß die chemische Abgrenzung beider auch geologisch ihre Parallele haben. Wenn Rzehak auf vereinzelte Braunkohlenvorkommen im Jura, ja sogar im Carbon hinweist, so sollen seine Angaben gewiß nicht bezweifelt werden, warum sollen nicht auch in diesen Epochen klimatische Schwankungen zu ihrer Bildung geführt haben? Noch weniger kann man sich über Steinkohlenvorkommen, die in der jüngsten Kreide oder gar im Tertiär auftreten, wundern, da es sich hierbei um sekundär veränderte, kontakt- oder dynamometamorphe Braunkohlenvorkommen handeln wird. Aber prinzipiell erscheint mir dennoch das Postulat einer geologischen Abgrenzung von Steinkohle gegen Braunkohle unabweisbar.

Rzehak selbst spricht folgenden Satz aus: „Zwischen der Flora der unteren und jener der oberen Kreide bestehen erhebliche Unterschiede; die erstere schließt sich mehr an die tropische Flora der Juraformation an, während die obercretaceische Flora lebhafte Anklänge an die Pflanzenwelt des Tertiärs zeigt." Dennoch glaubt er, die Kohlenbildungen beider Abteilungen nicht gegeneinander abgrenzen zu müssen. Ich aber glaube gerade den Schluß ziehen zu müssen, daß die von Donath und Rzehak beschriebenen Kohlen als Steinkohlen der unteren, als Braunkohlen der oberen Kreide angehören.

Es wäre nun natürlich gewagt, die aus den untersuchten Kohlen gezogenen Schlüsse ohne weiteres zu verallgemeinern. Allein die prinzipielle Notwendigkeit einer geologischen Abgrenzung von Steinkohle gegen Braunkohle legt zum mindesten die Vermutung nahe, daß diese Grenze in die Kreideformation falle, derart, daß die Kohlen der unteren Kreide als Steinkohlen, die der oberen Kreide als Braunkohlen sich gebildet haben.

Breslau, Min. Univers.-Inst., Mai 1915.

Zur Auffassung der Tektonik des Altpaläozoicums in Mittelböhmen.

Von **Friedrich Katzer.**

In dem Aufsatz: „Neue Anschauungen über die Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums“ (dies. Centralbl. 1915. p. 306) gelangt Herr E. Nowak zu dem Ergebnis, daß sich nach neueren Untersuchungen das mittelböhmische Altpaläozoicum „nicht als ein komplizierter staffelförmiger Grabenbruch im Sinne Katzer's, sondern als ein durch pressende Kräfte zusammengestauchtes Faltengebirge von alpinem Typus“ darstelle.

Außerstande, augenblicklich auf die Sache näher einzugehen, möchte ich mir doch zu bemerken erlauben, daß der ja überall offen ersichtliche Anteil der durch seitliche Bewegungsvorgänge bewirkten, mehr oder weniger intensiven Faltung an der Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums niemals verkannt worden ist, gewiß nicht von mir[1], wenn man auch in keine Überwertung dieser Erscheinungen verfiel. Es mag sein, daß gewisse Stufenwiederholungen oder scheinbare Einschaltungen jüngerer in ältere Schichten u. dergl. durch isoklinale Falten bewirkt worden sein können, was natürlich in jedem einzelnen Falle eindeutig erwiesen werden muß; allein angesichts der zumeist nur in geringem Umfang unterbrochenen Regelmäßigkeit der Stufenfolge handelt es sich im großen ganzen doch nur um relativ untergeordnete lokale Erscheinungen, welche sich m. E. dem generellen tektonischen Vorgang der Grabenversenkung einfügen und keine für sich allein maßgebende Bedeutung besitzen. Die Bemerkung (p. 307), daß von Staffelbrüchen nicht die Rede sein könne, weil die äußeren Gebirgsteile im Verhältnis zu den inneren gehoben erscheinen, ist nicht verständlich, da der Effekt der gleiche ist, ob der innere Gebirgsteil absinkt oder der äußere gehoben wird. Sicherlich spricht aber die nach Osten weit ausgreifende Verbreitung des Untersilurs eher für die Absinkung der inneren Schollenteile als umgekehrt.

Die Anschauung, daß das mittelböhmische ältere Paläozoicum eine in komplizierter Weise durch Brüche zerstückelte und in den einzelnen Teilpartien verschiedentlich, natürlich auch durch Faltung gestörte, in das präcambrische Grundgebirge grabenförmig versenkte Gebirgsscholle darstellt, halte ich auch heute noch für die am besten begründete.

---

[1] Vergl. u. a. Geologie von Böhmen. 1891, an zahlreichen Stellen, besonders p. 1480—82.

Besprechungen.

E. M. Chamot: Elementary Chemical Microscopy. XIV + 410 p. Mit 139 Figuren im Text. 1915. Bei John Wiley and Sons, New York.

Verf. beschreibt kurz die für chemische Untersuchungen geeigneten Mikroskope und mikroskopischen Methoden und hofft dadurch einem weiteren Gebrauch des Mikroskops unter den Chemikern den Weg zu bahnen.

Die verschiedenen Kapitel behandeln: Objektive und Okulare; Mikroskope zum Gebrauch in chemischen Laboratorien; Beleuchtung des Objekts und Beleuchtungsapparate; Ultramikroskope und Apparate zum Studium ultramikroskopischer Partikel; Untersuchung undurchsichtiger Objekte, Vertikalilluminatoren, metallurgische Mikroskope; brauchbare mikroskopische Nebenapparate; Mikrometrie und mikrometrische Mikroskope; polarisiertes Licht, das einfache Polarisationsmikroskop, Kristalle unter dem Mikroskop; Bestimmung der Brechungsindizes unter dem Mikroskop; quantitative Analyse mittels des Mikroskops; Bestimmung der Schmelz- und Sublimationspunkte; Methoden zum Handhaben geringer Quantitäten von Material; Methoden der mikrochemischen qualitativen Analyse; charakteristische mikrochemische Reaktionen; Herstellung von undurchsichtigen Objekten zum mikroskopischen Studium der inneren Struktur. Der Anhang enthält verschiedene Tabellen sowie auch ein Literaturverzeichnis.

Die Behandlung dieses Materials ist durchaus klar, und besonders in den drei Kapiteln über polarisiertes Licht, Polarisationsmikroskop und Verhalten der Kristalle unter dem Mikroskop, gibt Verf. das Nötige zur schnellen Bestimmung der gewöhnlicheren morphologischen und optischen Eigenschaften der Kristalle. Die Beschreibung der verschiedenen mikrochemischen Methoden und Reaktionen ist sehr eingehend. Jeder Analytiker sollte dieses Buch bei der Hand haben. **E. H. Kraus.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Kristalle des Maleïnsäureanhydrid.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Mit 1 Textfigur.

Die Kristalle des Maleïnsäureanhydrid sind nach C. Bodewig [1] rhombisch,

$$a : b : c = 0,6408 : 1 : 0,4807$$

mit den Formen $\{110\} . \{120\} . \{010\} . \{101\}$, zu denen nach meinen Beobachtungen zuweilen noch $\{011\}$ tritt (bestimmt aus den Zonen $[101 : 1\bar{1}0]$ und $[\bar{1}01 : 110]$). Die gemessenen Winkel stimmten mit den von Bodewig angegebenen überein.

Die Ebene der optischen Achsen ist $\{001\}$, spitze positive Bisektrix $\perp$ (010); der wahre Achsenwinkel ergab sich nach Messungen in Öl an einem nur ungefähr // (010) geschnittenen Plättchen und nach Messung von β

$$2V = 54^{0}44' \text{ (Li)}$$
$$54\ 33 \text{ (Na)}$$
$$52\ 47 \text{ (Cuprammonlösung).}$$

An einem von (110) und ($\bar{1}10$) gebildeten Prisma mit dem brechenden Winkel von $65^{0}\,30\frac{1}{2}'$ wurden die Brechungsindizes β und γ und mittelst 2 V auch α ermittelt:

	Li	Na	Cuprammonlösung
α	1,4397	1,4429	1,4519
β	1,4745	1,4781	1,4866
γ	1,6313	1,6384	1,6584
Δ	0,1916	0,1955	0,2065

Die Doppelbrechung Δ ist also auffallend hoch. In Übereinstimmung mit obigen Werten verschwinden die Umrisse einer annähernd // (001) geschnittenen Platte fast völlig bei Einbettung in Öl mit dem Brechungsindex 1,4721 (Na), wenn die Schwingungsrichtung des Polarisators $\perp$ (100) liegt, während sie bei Schwingungen $\perp$ (010) sehr stark hervortreten. Schon daraus und aus der Angabe Bodewig's über die Lage der Achsenebene und spitzen Mittellinie ist hier, wo eine Kompensation mittelst Quarzkeil nicht mehr gelingt, auf positive Doppelbrechung zu schließen.

[1] Zeitschr. f. Krist. 5. p. 558. 1881.

Die Kristalle fielen zunächst dadurch auf, daß sie schon bei Zimmertemperatur stark verdunsteten. Dabei bleiben die natürlichen Kristallflächen glatt und glänzend, es entstehen auch keine Ätzfiguren auf ihnen, und sie sind, frei an der Luft liegend, noch nach einer halben Stunde meßbar; muschlige Bruchflächen dagegen verlieren ihren Glanz binnen wenigen Minuten und werden vollständig matt. Es wird das daran liegen, daß die Verdunstungsgeschwindigkeit (die Löslichkeit in der Luft) ähnlich wie bei Bruch- und Schliffflächen, z. B. von Quarz gegen HF, anfänglich erheblich größer als bei natürlichen Kristallflächen ist, wobei an die Stelle der künstlichen Fläche zahllose, zunächst submikroskopische Flächenelemente kristallographischer Lage treten, daher die Bruchflächen dann wie gerauht erscheinen.

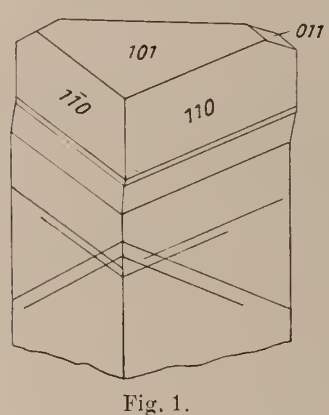


Fig. 1.

Die Kristalle sind ferner dadurch von Interesse, daß sie bei Druck zwischen den stumpfen Prismenkanten leicht einfache Schiebungen nach {101} eingehen (Fig. 1), wobei zweite Kreisschnittsebene die andere Fläche von {101} ist; die Schiebungen sind also reziproke mit $K_1 : K_2 = 73^0 45'$. Die Flächen {110} werden dadurch in {011} übergeführt. Es berechnet sich 110 : $\bar{0}11 = 16^0 29'$, beobachtet wurde $15^0 30'$ bis $14^0 38'$ im geforderten Sinne, also erheblich zu kleine Werte. Da die Kristalle höchstens 1 mm groß waren und stets nur sehr feine Lamellen erhalten wurden, waren die Messungen nur wenig genau, aber die obigen Abweichungen beruhen sicher z. T. auch darauf, daß die neuen Grenzflächen der Lamellen, (011), sich, zumal in den ausspringenden Winkeln, schnell infolge Verdunstung runden, die dafür gemessenen Werte wurden schon während der Messung fortwährend kleiner und unsicherer. Es vollzieht sich hier also ein Prozeß in wenigen Minuten, der, als „Vernarbung" der Lamellen auch an natürlichen Kristallen bekannt, dort vermutlich lange Zeiträume beansprucht (z. B. Kalkspat, Rutil, Eisenglanz, ? Rotgülden).

Die optische Orientierung der entstandenen Lamellen weicht von der der Hauptteile ab, Näheres konnte nicht ermittelt werden. Die Lamellen sind vielfach etwas verbogen, obwohl die Kristalle sonst sehr spröde erscheinen. An Absonderungsflächen längs eingelagerter Lamellen wurde gemessen 101 : 110 = $59^0 49'$ (ber. $59^0 39'$). Beim Erhitzen (der Schmelzpunkt liegt schon bei 53°) entstanden keine Lamellen; die Substanz läßt sich leicht unterkühlen.

Beiträge zur Petrographie der Basalttuffe des Habichtswaldes bei Cassel.

Von **Arthur Berns** aus Elberfeld.

Im Habichtswald bei Cassel treten neben dem Basalt in seinen verschiedenen Ausbildungsformen, meist in innigem Zusammenhang mit diesem, Basalttuffe in größerer Ausdehnung auf. Während die massigen Eruptivgesteine dieser Gegend schon des öfteren Gegenstand mikroskopischer Untersuchung gewesen und zuletzt von K. Schlossmacher[1] auf Grund eines eingehenden petrographischen Studiums gegliedert worden sind. hat eine solche Untersuchung der Tuffe mit ihren mannigfachen Einschlüssen und Urausscheidungen noch nicht stattgefunden. Vorliegende Arbeit soll deshalb auf Grund einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung einen Beitrag zur Petrographie dieser Basalttuffe liefern.

Das untersuchte Gebiet ist topographisch dargestellt auf dem nördlichen Teil des Meßtischblattes (1 : 25 000) Niederzwehren und der westlichen Hälfte des Meßtischblattes Cassel-W. Zur geologischen Orientierung dienten die beiden Blätter Besse und Wilhelmshöhe der geologischen Landesanstalt. Die Verbreitung der Basalte und ihrer Tuffe ist auch auf der zu der oben genannten Arbeit von K. Schlossmacher gehörenden Karte dargestellt.

Auf die in erster Linie durch die vulkanische Tätigkeit bedingte geologische Entwicklung des Habichtswaldes und seiner Umgebung sowie das dadurch geschaffene geographische Bild möchte ich an dieser Stelle auf die einschlägige Literatur[2] sowie auf die Zusammenfassung verweisen, die Schlossmacher[3] im Anschluß an seine Untersuchungen gibt. Über Ablagerung und Arten des Tuffes innerhalb des untersuchten Gebietes sei jedoch zusammenfassend kurz folgendes bemerkt.

Dem Basalttuff wie dem Basalt selbst wird ein miocänes Alter zugeschrieben. Wenn auch von einem generellen Altersunterschied zwischen den Basalten und ihren zugehörigen Tuffen nicht die Rede sein kann, so können wir doch in einzelnen Aufschlüssen einen relativen Altersunterschied zwischen beiden erkennen. Dies

[1] Schlossmacher, Die Eruptivgesteine des Habichtswaldes bei Cassel und seiner Vorberge. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXI. 1911. p. 611.

[2] Rosenthal, Die tertiären Ablagerungen bei Cassel und ihre durch Basaltdurchbrüche veredelten Braunkohlenflöze. Abh. des Vereins f. Naturkunde zu Cassel. **41**. 1896. p. 106. — E. Löwer, Über die Basalttuffe vom Habichtswald und von Homberg, Reg.-Bez. Cassel. Abh. d. Vereins für Naturkunde zu Cassel. 1897. p. 51. — Beyschlag, Erläuterungen zur geolog. Karte, Blatt Wilhelmshöhe und Besse. — Blanckenhorn, Geologie und Topographie der näheren Umgebung Cassels. Festschrift zur 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Cassel 1903.

[3] Schlossmacher, l. c. p. 641—646.

tritt besonders dort deutlich zutage, wo der Basalt den Tuff in Form eines Ganges durchquert (Teufelsmauer östl. vom Hirzstein bei Elgershausen).

Nach der speziellen Ablagerung können wir mit ROSENTHAL[1] und BLANCKENHORN[2] drei Tuffarten unterscheiden. Die Lagerungsform des auf das trockene Festland gefallenen Tuffes ist die eines ungeschichteten Trockentuffes (Firnskuppe). Demgegenüber lassen die Aschenmassen, welche sich in Seen abgelagert haben und so nach Art eines Sedimentgesteins entstanden sind, deutliche Schichtung erkennen. Die Korngröße der einzelnen Schichtenlagen ist oft sehr verschieden und kann die feinkörnige Struktur eines Sandsteins annehmen. Wir finden diese Tuffart vor allem am Westrand des Habichtswaldes am Hirzstein und Ahrensberg. Auch an der Westseite des Hütten- und Hunrodsberges tritt der Tuff am Asch-Graben deutlich geschichtet zutage und ist hier auch wegen des Auftretens von Polierschiefer bekannt geworden. Außer diesem ungeschichteten Trockentuff und dem wohlgeschichteten Tuff aus Seen müssen wir jedoch noch eine dritte Art von Tuff unterscheiden. Man denkt sich ihre Entstehung dadurch zustande gekommen, daß die aufs trockene Festland niedergefallene Tuffmasse durch die Tätigkeit fließenden Wassers von ihrer ursprünglichen Lagerstätte weggeführt wurde. um sich dann am Rande der Talsohlen oder in Spalten oder gar als Schuttkegel wieder anzuhäufen (Tuff im Druseltal am Nordabhang des Kuhbergs). Oft finden wir diese verschwemmten Tuffe Klüfte und Auswaschungsrinnen in den miocänen Schichten ausfüllend. Sie bilden hier nach BLANCKENHORN[3] die „sogenannten Rücken, durch welche die Braunkohlenflöze in ihrer regelmäßigen Lagerung unterbrochen werden, und die dem Bergmann viel Mühe und Arbeit verursachen, um die Fortsetzung des unterbrochenen Kohlenflözes wieder aufzufinden". Charakteristisch für diese Art Tuff ist das Vorkommen von fossilem, z. T. in Halbopal umgewandeltem Holz, sowie das Vorkommen von Tonen und Sanden, die oft nesterartig im Tuff zu finden sind. ROSENTHAL rechnet diese als Schwemmtuffe bezeichneten Ablagerungen mit dem zuerst erwähnten ungeschichteten Tuffvorkommen zu den Trockentuffen, während BLANCKENHORN sie bei seiner Einteilung mit den wohlgeschichteten Absätzen aus Seen den sedimentären, mit Hilfe von Wasser abgelagerten Tuffen eingliedert.

Wenn auch jetzt noch recht mächtige Tuffablagerungen in unserem Gebiete anzutreffen sind, so unterliegt es doch wohl kaum einem Zweifel, daß die der Erosion nur schwer widerstehenden

[1] l. c. p. 108.
[2] l. c. p. 55—59.
[3] l. c. p. 56.

Tuffe früher eine noch weit größere Ausdehnung und Verbreitung hatten. Der Tuff ist an und für sich ein hartes Material. Wegen seiner Festigkeit wurde er u. a. zu Werksteinen für größere Monumentalbauten (Herkules, Kaskaden, verschiedene Aussichtstürme) verwendet. Unter dem Einfluß der Atmosphärilien verwittert er jedoch mit der Zeit und wird bröckelig.

Natürliche Aufschlüsse fehlen unserem Gebiete fast vollkommen. Nur dem Umstande, daß der Tuff in früheren Zeiten reichlich gebrochen wurde, verdanken wir heute gute Aufschlüsse in Form von Brüchen (Teufelsmauer, Druseltal am Nordabhang des Kuhbergs, Ahrensberg, Essigberg). Jedoch sind, da die Tuffe heute in nur untergeordnetem Maße Verwendung finden, nur zwei von ihnen noch in Betrieb, und auch diese meist nur zeitweise. Vielfach weisen die verlassenen Brüche bereits einen geringen Tannenbestand auf. Durch den einen der noch in Betrieb befindlichen Brüche ist die in der Literatur hinlänglich bekannte Teufelsmauer[1] östlich vom Hirzstein bei Elgershausen freigelegt. Wir finden hier einen wohlgeschichteten sedimentären Tuff. Die einzelnen Schichten des Tuffes wechseln in ihrer Korngröße beträchtlich. Man findet Übergänge von ganz feinkörnigem sandigem Tuff zu Schichten mit deutlich gröberem Korn. Zwischen dem teils hellgrauen, teils braunen Aschenmaterial liegen blauschwarze Basaltlapilli von wechselnder Größe und meist rundlicher Form. Oft aber nehmen die Basaltauswürflinge an Größe erheblich zu und zeigen meist vollkommen unregelmäßige Gestalt. Häufig finden sich Urausscheidungen mannigfacher Art und wechselnder Größe, auf die ich in einem besonderen Abschnitt näher eingehen werde. Hinweisen möchte ich an dieser Stelle ferner auf ein mitunter häufigeres Auftreten von kleinen glänzenden Augitkristallen sowie vereinzelt auftretenden Blättchen dunkelbraunen Magnesiaglimmers. Auch Hornblende findet sich in einzelnen größeren, tiefschwarzen Kristallen im Tuff. Bruchstücke fremder Gesteine sind mitunter zu beobachten. So erwähnt bereits F. Rinne[2] Gneis als fremden Einschluß an dieser Stelle. Auch größere oder kleinere Brocken aus der Buntsandsteinformation mit deutlichem Farbenwechsel in den einzelnen Schichten kommen häufig vor. Mitunter beobachtet man auch tertiäre Braunkohlensandsteine, wie wir sie besonders zahlreich in den Tuffen der nördlichen Vorberge (Dörnberg, Immelburg, Helfenstein) antreffen. Auch graue Tone und größere Partien meist grüner, glänzender Letten sind oft in den Tuffen anzutreffen. Neben weißlichen Quarzgeröllen finden sich auch Einschlüsse von körneligem,

---

[1] Vergl. die Abbildungen bei Rinne, Über norddeutsche Basalte usw. II. Abh. d. k. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1897. p. 46, und Beyschlag, Erläuterungen zu Blatt Besse der geol. Landesanst. p. 18.

[2] Rinne, l. c. II. p. 12.

leicht amethystfarbenem Quarz, wie sie auch Rinne[1] bereits erwähnt. Rinne[2] beschreibt außerdem pegmatitartige Quarzfeldspatgesteine, auf die ich an dieser Stelle nur hinweisen möchte. Infolge der vorgeschrittenen Verwitterung ist der Tuff stellenweise bröckelig geworden. Sickerwasser haben im Lauf der Zeit stark auf ihn eingewirkt und unregelmäßige Klüfte in ihm gebildet. Dies tritt besonders deutlich in einem kleinen längst verlassenen Bruch etwa 250 m südöstlich der Teufelsmauer in Erscheinung.

Ein im wesentlichen ähnliches Bild bietet der Tuff in jenem anderen Aufschluß im Druseltal an der Nordseite des Kuhberges oberhalb der Basaltbrüche und gegenüber dem Gasthaus zur „Neuen Drusel". Es ist ein kompakter ungeschichteter Schwemmtuff mit häufig auftretenden Resten stark verkieselten Holzes. Auffallend zahlreich finden sich in ihm die auch für den Basalt so charakteristischen Olivinbomben.

Blattabdrücke wurden in größerer Menge nur in dem Tuffbruch an der Westseite des Ahrensberges angetroffen. Besonderheiten lassen die übrigen Aufschlüsse sonst makroskopisch nicht erkennen.

Erwähnen möchte ich an dieser Stelle jedoch noch, daß die auf Blatt Wilhelmshöhe der geol. Landesanstalt gezeichnete Basaltkuppe des Katzensteins in der Hauptsache Tuff aufweist. Dieser steht besonders an seiner bewaldeten Ostseite bis zum Gipfel in kleineren Felspartien an.

Petrographischer Teil.

I. Tuff und Basaltauswürflinge.

Schon Sartorius von Waltershausen hat nachgewiesen, daß die Basalttuffe des Habichtswaldes palagonitisch sind[3]. U. d. M. zeigen sie, wie die Tuffe der niederhessischen Basalte überhaupt, große Ähnlichkeit mit dem Palagonittuff des Kempenicher Kopfes in der Eifel. Nur das Verkittungsmaterial ist ein anderes. Während in den Tuffen des Kempenicher Kopfes Kalkspat vorherrscht, fehlt dieser in unseren Tuffen vollkommen, und ein meist schwachgelbes, isotropes Bindemittel tritt an seine Stelle. Auch die Tuffe aus der Umgegend von Le Puy in der Auvergne gleichen, worauf zuerst Girard[4] und Naumann[5] und späterhin Penck[6] hinwiesen, u. d. M. wie im Handstück denen des Habichtswaldes.

[1] l. c. II. p. 32.

[2] l. c. II. p. 31.

[3] Vergl. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. 3. 1894. p. 693.

[4] Girard, N. Jahrb. f. Min. etc. 1853. p. 568.

[5] Naumann. N. Jahrb. f. Min. etc. 1869. p. 195.

[6] Penck, Basalttuffe der Auvergne. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **31**. 1879. p. 554.

Mikroskopisch bildet einen Hauptteil der Zusammensetzung des Tuffes jenes weingelbe bis lederbraune, als Palagonit bezeichnete Basaltglas. Im Handstück treten die höchstens stecknadelkopfgroßen, honiggelben oder bräunlichen, kolophoniumähnlichen Körnchen oft nur unter der Lupe deutlich hervor. Zwischen gekreuzten Nicols erweist sich die Palagonitsubstanz stets als vollkommen isotrop. Randlich zeigt sie des öfteren eine Umwandlungszone von stets hellerer Farbe, die gleichfalls kaum auf das polarisierte Licht einwirkt. Mag auch das basaltische Glas die verschiedensten Stadien dieser Umwandlung zeigen, stets sind die vorkommenden Kristallausscheidungen in ihrer ursprünglichen Frische erhalten und zeigen keinerlei Spuren von Veränderung. Dieselben Umwandlungserscheinungen beobachten wir bisweilen am Rande der Hohlräume, die sich oft in großer Menge in den einzelnen Glaslapilli finden. Die Hohlräume sind nicht selten von einer Neubildung erfüllt, die in den meisten Fällen aus zeolithischer Substanz besteht. Sie zeigt häufig einen schwachen Stich ins Gelbliche und gibt zwischen gekreuzten Nicols ein mehr oder weniger deutliches Interferenzkreuz. Vielfach erweist sich die Neubildung als vollkommen isotrop, so daß wir Opal vermuten müssen.

Oft ist der Palagonit von winzigen Dampfporen in großer Menge angefüllt.

Palagonitkörner ohne nennenswerte Kristallausscheidungen, wie sie stellenweise auf Island [1] und an einigen anderen Orten beobachtet werden, finden sich hier nicht. In einer größeren Anzahl von Lapilli des Palagonittuffs von Island sind Plagioklas und Olivin die nachweisbaren Kristallausscheidungen. Demgegenüber tritt der F e l d s p a t , wie in der Auvergne, auch in unserem Gebiet vollkommen zurück. Nur in ganz vereinzelten Fällen findet man leistenförmigen Plagioklas mit bisweilen deutlicher Zwillingslamellierung. Als wesentliche Ausscheidungen treten in dem Palagonit des Habichtswaldes Augit, Olivin und meist Magneteisen auf. Untergeordnet findet sich hin und wieder auch Glimmer.

Neben kleinen prismatischen Kriställchen bildet der A u g i t oft größere Einsprenglinge, beide von graubrauner Farbe. Zwillingsbildung wird an letzteren selten beobachtet. Schlackeneinschlüsse treten oft in solcher Menge auf, daß der Augit durch sie vollkommen getrübt ist. Vielfach wird ein Kern von Ägirinaugit beobachtet. Die Spaltungsrisse gehen dann durch Kern und Randzone mitunter ununterbrochen hindurch. In einem solchen Fall zeigte der monokline Augitrand eine Auslöschung von $37,2^0$ gegen eine solche von $48,9^0$ in dem grünen Kern.

Auch O l i v i n tritt in wechselnder Größe auf. Kristallographisch begrenzte Individuen sind nicht selten stark korrodiert.

[1] Penck, Über Palagonit- und Basalttuffe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 31. 1879. p. 568.

Oft liegen Bruchstücke größerer Augit- und Olivinkristalle mit einem stets nur schmalen Rand des basaltischen Glases als Ausscheidungen aus dem Magma in dem Aschenmaterial.

Magneteisen fehlt in einigen der Palagonitkörnchen vollkommen, ist dafür in anderen um so reichlicher zu finden. Nicht selten ist es auffälligerweise nach Art eines Magnetitrandes um die Augite angesammelt.

Der braune Magnesiaglimmer zeigt deutliche Spaltungsrisse.

Mitunter findet man als fremden Einschluß in dem lederbraunen, palagonitischen Glas ein meist vollkommen gerundetes Quarzkorn mittlerer Größe. Um solche Quarzkörner hat sich zunächst eine schmale, einschlußfreie, kanariengelbe, vollkommen isotrope Zone gebildet, die ihrerseits von einem ebenso schmalen, dunkelgrauen Saum umgeben wird. Dieser besteht aus einem Haufwerk winziger Kriställchen, die wahrscheinlich als Augite anzusprechen sind. Beide Zonen sind scharf voneinander getrennt.

Außer diesen Palagonitkörnern finden wir in dem Tuff häufig vollkommen poröse Basaltlapilli mit opaker Grundmasse und vereinzelt größeren Ausscheidungen von Augit und Olivin. Auch vollkommen kristalline basaltische Auswürflinge werden neben diesen beobachtet.

Verkittet werden die einzelnen Lapilli durch ein selten vollkommen farbloses und klares, meist gelblichbraunes und oft durch tonige Beimengungen getrübtes Cäment. Sehr zahlreich trifft man in ihm neben größeren Quarz-, Augit- oder Olivinfragmenten nur winzige Bruchstücke dieser Kristalle. Die Quarzkörner sind als Bruchstücke fremder Gesteine aufzufassen. Gerundete Formen treten neben unregelmäßig eckigen auf. Der Quarz ist meist von zahlreichen Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen erfüllt, deren Menge zuweilen bis zur Trübung des Korns zunimmt. Mitunter sind mehrere Körnchen zu einem Aggregat vereinigt.

Nur selten tritt an Stelle des farblosen bis schwachgelben Cämentes zeolithisches Bindemittel mit sehr niederen Polarisationsfarben und meist undeutlichen Interferenzkreuzen (Südabhang des Brasselsberges, Fuchslöcher am Seeberg).

Nicht unerwähnt bleiben soll hier eine nur an einer Stelle beobachtete Umwandlung der Olivine in eine gelblichbraune Substanz. Sie zeigt sich in dem Tuff am Südabhang des Hunrodsberges vor dem alten Basaltbruch. Der Tuff ist hier sehr stark verwittert und auch nur noch in geringer Menge unter dem Wurzelwerk einer Eiche vorhanden. In keinem der Kristalle wurden auch nur Spuren frischer Olivinsubstanz vorgefunden. Das gelblichbraune Umwandlungsprodukt besteht, wie die Betrachtung im polarisierten Licht erkennen läßt, aus einem Haufwerk winziger, verschieden orientierter Individuen mit sehr hohen Interferenzfarben.

Von den größeren Basaltlapilli wurde eine Reihe aus

dem Tuffbruch an der Teufelsmauer und aus dem im Druseltal näher untersucht.

Ägirin- oder Titanaugit, die in den anstehenden Trachydoleriten der Umgebung häufig vorkommen, und die sich auch in den Tuffen des öfteren finden, wurden in den untersuchten Basaltauswürflingen merkwürdigerweise nur ganz vereinzelt nachgewiesen.

Die meisten der untersuchten Basaltauswürflinge erwiesen sich als Limburgite oder als reine Feldspatbasalte, z. T. von schlackiger, poröser Beschaffenheit. Außerdem liegen aus der Teufelsmauer noch einige Lapilli shonkinitischer Trachydolerite sowie eines glasreichen, feldspatfreien Noseanbasaltes vor, die im anstehenden Gestein der Umgebung nicht beobachtet werden.

Außer dem selten vollkommen farblosen, meist dunkelbraunen Glase beteiligt sich bei den Limburgiten in prismenförmigen kleinen Kristallen Augit am Aufbau der Grundmasse. Einsprenglingsaugite werden nur selten beobachtet. Der stets vollkommen klare Olivin enthält mitunter Körner von Eisenerz. Er ist oft in deutlichen Kristallen ausgebildet und bedingt mit den Einsprenglingsaugiten die porphyrische Struktur. Nicht selten sind die Kristalle stark korrodiert. Magneteisen tritt in zwei durch ihre Größe getrennten Generationen auf. Dem braunen Glase hat es oft so viel an Eisen entzogen, daß um einzelne Körner ein lichterer Hof entstanden ist.

Feldspatbasalte, wie sie von Schlossmacher (l. c.) vom Nordrande des Habichtswaldes (Lambert, Brandkopf, Südseite des Dörnberger Tales) beschrieben werden, finden sich auch unter den Basaltauswürflingen beider Aufschlüsse. Sie zeigen meist deutlich porphyrische Struktur. Der Plagioklas tritt in mehr oder weniger breiten leistenförmigen Schnitten mit charakteristischer Zwillingslamellierung auf. Neben diesen Leisten finden sich mitunter Feldspatpartien mit undulöser Auslöschung. Die einzelnen Feldspatindividuen sind nicht selten fluidal angeordnet. Gegabelte und gefensterte Ausbildungsformen, die auf Stromoberflächen hinweisen, wurden gleichfalls beobachtet.

Augit tritt in zwei Generationen auf. Der prismenförmige braune Augit der Grundmasse ist meist idiomorph. Oft sind die Kristalle so klein, daß sie nur bei stärkerer Vergrößerung deutlich zu erkennen sind. Der lichtbraune Einsprenglingsaugit zeigt in vielen Fällen gleichfalls regelmäßige Begrenzung. Häufig ist Zwillingsbildung an ihm zu bemerken. Verschiedene Auslöschung zwischen Kern und Randzone weist mitunter auf Änderung in der chemischen Zusammensetzung während des Wachstums hin. Oft ist die Auslöschungsschiefe des Kerns, öfter die der Randzone größer. Größere und kleinere zentrische Verwachsungen sind stets zu finden. Schlackeneinschlüsse treten in einigen Schliffen in reichlicher Menge im Augit auf. Sie erfüllen dann oft den

inneren Kern und fehlen in einer schmalen, vollkommen klaren Randzone, oder aber sie ziehen sich bei vollkommen einschlußfreiem Kern parallel der mitunter auch unregelmäßigen äußeren Begrenzung um die Kristalle herum. Augit tritt in einigen Auswürflingen in makroskopisch erkennbaren größeren Individuen auf, die nicht selten in erheblicher Menge Flüssigkeitseinschlüsse beherbergen. An einem dieser Augite wurde orientierte Verwachsung mit Hornblende beobachtet. Olivin findet sich stets in größeren und kleineren meist unregelmäßig begrenzten Individuen. Rostbraune bis dunkelbraune Färbung des Randes deutet oft auf Verwitterung. Magneteisen ist in größeren oder kleineren Körnern meist reichlich vorhanden. Mitunter finden sich einige oktaedrische Kriställchen im Augit. Farbloses, manchmal auch braunes Glas, seltener beide nebeneinander, ist fast überall in geringer Menge vorhanden. Als gelbes Verwitterungsprodukt tritt mitunter Sphärosiderit auf, in derselben Ausbildungsweise, wie er aus den Basalten von Steinheim bei Hanau bekannt ist.

Die Poren der schlackigen Basalte sind oft so zahlreich und dicht gedrängt, daß nur sehr schmale Wände zwischen ihnen übrig bleiben. In der vollkommen undurchsichtigen Grundmasse sind nur mitunter winzige Feldspatleistchen zu erkennen. In größeren Kristallen treten nur Augit und Olivin auf. Meist ist der Augit von einer Unmenge von Schlackeneinschlüssen durchsetzt. Diese sind vielfach nur in einer randlichen Zone angeordnet, erfüllen in anderen Fällen aber auch den ganzen Kristall. Augit mit einem Kern von Ägirinaugit wurde in einem einzigen Fall in einem Auswürfling aus dem Bruch im Druseltal beobachtet. Auch rhombischer Pyroxen kommt bisweilen vor. Der Olivin ist oft stark korrodiert. Sphärosiderit wurde auch hier des öfteren auf Drusen beobachtet.

Aus dem Bruch an der Teufelsmauer liegen außerdem noch einige Bomben von shonkinitischem Trachydolerit vor, die im mikroskopischen Bild im allgemeinen jenen von Schlossmacher untersuchten shonkinitischen Trachydoleriten aus den Steinbrüchen am Kuhberg im Druseltal gleichen. Auch hier tritt der Sanidin als farblose anisotrope Füllmasse mit den niederen grauen Polarisationsfarben der ersten Ordnung auf. Durch die Unangreifbarkeit mit Salzsäure wurde der Nachweis gebracht, daß es sich nicht um Nephelin handelt. Die einzelnen, gleichmäßig auslöschenden Partien des Sanidin sind stets unregelmäßig begrenzt. Mitunter wurde Verwachsung nach dem Karlsbader Gesetz beobachtet. Feine Apatitnädelchen sind in der Sanidinfüllmasse häufig zu beobachten. Der nur selten auftretende Plagioklas unterscheidet sich von dem Sanidin durch die stets deutliche polysynthetische Zwillingslamellierung. Neben Sanidin tritt als Füllmasse oft ein farbloses Glas auf, das bei Behandlung mit Salzsäure Würfelchen

von NaCl bildet. Auch in ihm liegen feine Apatitnadeln. Kleinere Erzkörnchen sind mitunter reihenweise in ihm aneinandergelagert. Der violettbraune Augit tritt fast nur in der Grundmasse auf. Einsprenglinge von Augit sind selten. Der Olivin zeigt neben kleineren unregelmäßigen Körnern oft kristallographisch wohlbegrenzte, vielfach jedoch stark korrodierte Individuen. Erzkörnchen sind hin und wieder in ihm eingeschlossen. Häufig zeigt der Olivin einen braunroten Verwitterungsrand. Mit den Einsprenglingsaugiten bedingt er eine deutlich porphyrische Struktur. Oktaeder von Magneteisen, meist ziemlich groß, sind stets ziemlich gleichmäßig in der Grundmasse verteilt.

Hervorheben möchte ich zum Schluß aus dem Bruch an der Teufelsmauer das Auftreten eines an farblosem, mitunter auch schwach bräunlichem Glase reichen Auswürflings von feldspatfreiem Noseanbasalt. Schlossmacher[1] erwähnt unter den Mineralien der Sodalithgruppe korrodierten Nosean in ganz geringer Menge an einer einzigen Stelle in einem glasreichen basaltoiden Trachydolerit südwestlich vom Dachsberg. In dem Gestein aus der Teufelsmauer tritt Nosean sehr reichlich in meist scharf begrenzten Individuen auf. Die farblosen Kristalle sind im Innern meist grau bis grauschwarz bestäubt, und man erkennt an helleren Stellen, daß sich sehr zahlreiche und feine schwarze Nädelchen unter 90° durchschneiden. Der meist idiomorphe Augit der Grundmasse ist erst bei stärkerer Vergrößerung deutlich zu erkennen. Zwillingsbildung fehlt den lichtbraunen, meist langprismatischen, seltener gedrungenen Einsprenglingsaugiten fast vollkommen. Olivin findet sich in meist größeren, unregelmäßigen, nicht selten korrodierten Individuen. Er läßt mitunter Serpentinisierung in den verschiedensten Stadien erkennen. Magneteisen ist in einzelnen Körnern gleichmäßig verteilt.

Nach vorliegenden Untersuchungen ist demnach eine Einteilung der Tuffe des Habichtswaldes vom petrographischen Gesichtspunkte aus in solche der Feldspatbasalte, basaltoiden bezw. shonkinitischen Trachydolerite, wie Schlossmacher[2] sie vermutet, kaum durchführbar.

II. Urausscheidungen.

Die in diesem Abschnitt behandelten und näher untersuchten Ausscheidungen werden in Übereinstimmung mit den Ansichten von Rinne[3] und Zirkel[4] nicht als exogene, sondern als protogene Gebilde aufgefaßt.

---

[1] l. c. p. 657.

[2] l. c. p. 663.

[3] l. c. I. p. 10 ff. und II. p. 73 ff.

[4] Zirkel, Über Urausscheidungen in rheinischen Basalten. 28. Bd. der Abhandl. der math.-phys. Klasse der Kgl. Sächs. Ges. der Wissensch. 1903. p. 103 ff.

Eine größere Anzahl von Urausscheidungen liegt aus der Tuffmasse östlich vom Hirzstein (Teufelsmauer, Hoher Baum) und aus der Tuffmasse des Kuhberges (Bruch im Druseltal) vor. Auf sie soll im folgenden näher eingegangen werden.

a) Tuffmasse östlich vom Hirzstein bei Elgershausen.

Die mit einer einzigen Ausnahme (Artillerieweg am Südabhang des Hohen Baum) aus dem Bruch an der Teufelsmauer und aus dem südöstlich hiervon gelegenen Bruch stammenden Ausscheidungen sind mit Rücksicht auf die sie zusammensetzenden Mineralien in folgender Weise gegliedert. Ausscheidungen von vorwiegend

1. Feldspat,
2. Olivin,
3. Feldspat-Augit,
4. Feldspat-Augit-Hornblende,
5. Feldspat-Ägirinaugit-Hornblende, akzessorisch Titanit,
6. Feldspat-Ägirinaugit-Titanit,
7. Feldspat-Biotit,
8. Augit-Biotit,
9. Hornblende,
10. Hornblende-Augit,
11. Feldspat-Skapolith-Ägirinaugit, akzessorisch Titanit,
12. Skapolith-Granat-Augit.

1. Feldspat.

Grauweißer Feldspat ist der Hauptgemengteil der hier betrachteten Ausscheidungen; auch der herrschende Farbenton dieser protogenen Gebilde ist der dieses Minerals. In einem im Handstück feinkristallinen Aggregat treten einzelne dunkle und glänzende Schüppchen von Biotit auf.

Der Feldspat ist, worauf fehlende Zwillingslamellierung und die Becke'sche Linie hinweisen, in der Hauptsache Orthoklas. In den mittelgroßen und stets unregelmäßigen Individuen sind nicht selten feine Nädelchen von Apatit eingeschlossen. Plagioklas ist selten und gleichfalls allotriomorph. An seiner Zwillingslamellierung ist er deutlich von Orthoklas zu unterscheiden. Zwischen den einzelnen Feldspatindividuen liegt oft ein schmaler Saum einer braunen, scheinbar isotropen Substanz, die sich netzartig über den ganzen Schliff verteilt. Braune Flecken des mitunter etwas bröckeligen Handstückes werden hierauf zurückzuführen sein. Biotit findet sich in wenigen, stark pleochroitischen, meist längeren Leisten mit deutlicher Spaltbarkeit. Der häufig in gedrungenen Prismen vorkommende Apatit zeigt auf Längsschnitten die für ihn charakteristische Querabsonderung.

Im Zusammenhang hiermit sei auf das Vorkommen einzelner größerer Feldspatindividuen hingewiesen. So fand sich ein mehrere Zentimeter großes Bruchstück eines vollkommen sanidinähnlichen Feldspats mit deutlicher Spaltbarkeit. Die Becke'sche Linie sowie sehr feine und spärliche Zwillingslamellierung ließen ihn als Plagioklas erkennen. Auch unter den außerdem untersuchten Feldspatindividuen wurde Orthoklas nicht beobachtet.

2. Olivin.

Da Olivinbomben im Vergleich zu dem Aufschluß in der Drusel verhältnismäßig selten an dieser Stelle beobachtet wurden, so sei hier auf jenes Vorkommen verwiesen.

3. Feldspat-Augit.

Protogene Plagioklas-Augitmassen aus den Tuffen des Habichtswaldes erwähnt bereits Rinne [1] in seiner Arbeit über norddeutsche Basalte und gibt dort auch eine Abbildung einer solchen Ausscheidung.

Aus vorliegendem Material sei zunächst eine über faustgroße, vorwiegend aus Plagioklas bestehende Ausscheidung erwähnt. Schon makroskopisch erkennt man in der weißen Feldspatmasse stellenweise größere Anhäufungen von tief grünlichschwarzem Augit, die sich als dunkle Flecken auf weißem Grunde scharf abheben. Der Feldspat ist ein Plagioklas mit deutlichen Zwillingslamellen oft nach dem Albit- und Periklingesetz. Die häufig schon im gewöhnlichen Licht sichtbaren Zwillingslamellen sind bei scharfer geradliniger Begrenzung meist auffallend zahlreich und fein. Nicht selten beobachtet man Auskeilen dieser Zwillingslamellen. Alle diese Verhältnisse sind so, wie es für Plagioklase mancher gabbroartiger Gesteine typisch ist. Flüssigkeitseinschlüsse ziehen sich meist in Form schmaler Streifen durch den Feldspat. Auf sehr feinen Spalten zwischen den einzelnen Individuen verbreitet sich netzartig eine schwach braune, isotrope Substanz. Der grünlichbraune, meist deutlich pleochroitische monokline Augit bildet fast immer ein Aggregat mehrerer unregelmäßig begrenzter Körner. An der Grenze zwischen Feldspat und Augit haben beide Mineralien eine Veränderung erlitten. Der Augit zeigt eine schmale, auch wohl etwas breitere dunkle Zone, die aus winzigen, mitunter auch größeren schwarzen, opaken Körnchen, anscheinend von Erz, bestehen. Der schmutzigbraune Rand des Feldspates ist regelmäßiger und schärfer begrenzt und setzt sich aus einzelnen, winzigen Mikrolithen zusammen. Zwischen Feldspat und Augit beobachtet man nicht selten wasserklare, z. T. auch braunrot verwitterte Körnchen

[1] Rinne, l. c. II. p. 78.

von Olivin. Manchmal sind mehrere solcher Körner streifenförmig aneinandergelagert, so daß divergentstrahlige Gebilde entstehen. Akzessorisch kommt im Schliff in meist gedrungenen Prismen Apatit vor.

In einer ähnlichen, weniger großen Ausscheidung nahm auch die Dimension der Augitaggregate im Feldspat ab. Augit und Feldspat zeigen nichts Bemerkenswertes. Mitunter tritt jedoch zwischen den einzelnen Feldspatindividuen oder auch wohl auf Sprüngen durch dieselben ein braungelbes. vollkommen isotropes basaltisches Glas auf. Bräunlichgrüner, unregelmäßiger Augit sowie Erz sind in ihm zur Ausscheidung gekommen. Pyroxen ist stellenweise nur in geringer Menge vorhanden und bisweilen von Magnetitkörnchen umgeben. Neben oktaedrischen Körnern von Magneteisen beobachtet man häufig auch unregelmäßige Lappen von Titaneisen.

Tritt Feldspat an Menge zurück, Augit, sowohl rhombischer als monokliner, häufiger auf, so nehmen die Ausscheidungen eine meist gleichmäßig graue Farbe an.

Bei einem solchen Auswürfling ist der Plagioklas meist breittafelig und vielfach nach dem Albit- und Periklingesetz verzwillingt. Er zeigt auch hier das für die Plagioklase mancher Gabbrogesteine charakteristische Verhalten der Zwillingslamellen. Diese sind meist scharf begrenzt, oft sehr breit und nicht selten schon im gewöhnlichen Licht deutlich erkennbar. Flüssigkeitseinschlüsse ziehen sich oft in großer Menge reihen- oder bandförmig angeordnet durch den Feldspat hindurch. Vielfach sind kleinere Augite regellos im Plagioklas verteilt. Häufig sind sie lang und schmal und prismatisch scharf begrenzt. Gegen den Augit zeigt der Plagioklas eine mehr oder weniger breite Zone von grauer Farbe, die durch winzige, meist parallel angeordnete, stabförmige Mikrolithe nicht näher zu bestimmender Natur hervorgerufen wird. Der rhombische Augit herrscht an Menge gegenüber dem monoklinen vor. Er enthält sehr feine schwarze und vollkommen isotrope, stets unter sich und zur c-Achse parallel angeordnete Mikrolithe in solcher Menge eingelagert, daß er im gewöhnlichen Licht vollkommen getrübt erscheint. Nur mitunter treten diese Gebilde an Menge zurück und lassen an solchen lichteren Stellen deutlich die Eigenschaften des rhombischen Augit erkennen. Vereinzelt finden sich auch kleinere Körnchen von Magneteisen eingeschlossen. Der rhombische Augit ist an der Grenze mit Plagioklas meist verändert und weist eine mehr oder weniger breite dunkle Zone auf. Diese ist gegen das Innere meist scharf abgegrenzt und besteht aus staubförmigen opaken Körnchen. Treten sie an Menge zurück, so gewahrt man nicht selten ein Haufwerk kleiner Augite und Olivine. Die Olivine sind meist klar und durchsichtig, seltener bräunlichrot verwittert, und zeigen zwischen gekreuzten Nicols die höheren Polarisationsfarben. Mitunter findet sich in dem rhom-

bischen Augit ein größerer Feldspatkristall eingeschlossen. In der Umgebung eines solchen Kristalls zeigt der Augit eine ähnliche Randerscheinung wie die eben beschriebene. Oft schließt der rhombische Augit ein unregelmäßiges Haufwerk kleinerer Augit- und Olivinkörner ein. Neben dem rhombischen tritt in einzelnen Individuen monokliner Augit auf. Er ist von unregelmäßigen Schlackeneinschlüssen mitunter förmlich angefüllt und dadurch getrübt. Zwischen gekreuzten Nicols schimmern die höheren Polarisationsfarben des Augit deutlich durch. Nicht selten sind mittelgroße, unregelmäßig begrenzte und vollkommen einschlußfreie Individuen zu einem Aggregat vereint und von einer schmalen graubraunen Zone umschlossen. Im polarisierten Licht erweist sich auch diese, wie bei dem rhombischen Augit, als Haufwerk einzelner Körner von Augit und Olivin. Auf äußerst feinen Spältchen zwischen diesen Augit- und Olivinkörnern und zwischen Feldspat und Pyroxen findet man nicht selten ein schwach polarisierendes, gelblichbraunes Infiltrationsprodukt, das meist ein undeutliches Interferenzkreuz zeigt. Mitunter dringt, wie bereits makroskopisch zu erkennen, basaltisches Magma aderförmig in die Ausscheidung ein. Die Basaltadern erweisen sich als shonkinitischer Trachydolerit, dessen Sanidin als stets farblose und anisotrope Füllmasse mit den niederen Polarisationsfarben auftritt. Einheitliche Feldspatmassen zeigen hin und wieder undulöse Auslöschung. Augit und Olivin treten meist in kleineren Körnern auf. Durch Aneinanderlagerung einzelner Olivinkörner entstehen mitunter auch hier divergentstrahlige Gebilde. Eisenerz tritt reichlich auf und ist mitunter streifenförmig angeordnet.

Makroskopisch gleicht dieser Ausscheidung eine andere, deren Plagioklas keine Besonderheiten aufweist. Auch monokliner und rhombischer Augit zeigen wesentlich dieselbe Erscheinungsweise. Gegen den monoklinen Pyroxen tritt hier jedoch der rhombische sehr zurück. Der monokline Augit zeigt mitunter parallel den Spaltungsrissen winzige Mikrolithe, wie wir sie bei dem rhombischen Pyroxen der vorigen Ausscheidung fanden. Jedoch sind sie hier nicht so zahlreich und meist nur flächenweise angeordnet. Die Auslöschungsschiefe des monoklinen Pyroxens geht mitunter bis zu 42°. Stellenweise wurde Zwillingsbildung nach der Querfläche beobachtet. Erzkörner treten hier in weit größerer Menge als in der vorigen Ausscheidung auf. Wir haben also, wenn auch z. T. in anderer Ausbildungsweise, die Gemengteile eines Basaltes. Das Magneteisen ist auch hier oft randlich um die Augite angeordnet.

4. Feldspat-Augit-Hornblende.

Die Mannigfaltigkeit der vorwiegend aus Feldspat und Augit bestehenden Ausscheidungen wird durch das Auftreten von Horn-

blende erhöht. Das Äußere dieser Urausscheidungen ist bedingt durch das Vorherrschen des einen oder anderen der eben erwähnten Gemengteile. Wir finden des öfteren dunkelgraue und feinkristalline Urausscheidungen, die vorwiegend aus Hornblende und Augit bestehen und nur wenig Feldspat aufweisen. Bisweilen tritt dieser auch lagenweise mehr hervor, so daß die Ausscheidung gebändert erscheint. Mitunter können Hornblende und Augit gegen den Feldspat sehr zurücktreten. Bei diesen meist grobkörnigeren Ausscheidungen erscheinen Amphibol und Pyroxen dann als dunkle Flecken in der weißen Feldspatmasse.

Der stets farblose und undurchsichtige Feldspat ist ein Plagioklas mit oft streifenförmig angeordneten Flüssigkeitseinschlüssen. Von gesetzmäßiger Begrenzung ist auch hier nichts zu erkennen. Oft sind es einzelne rundliche, unregelmäßig gestaltete Körner, oft ist die Ausbildung auch mehr tafelförmig. Zwillingslamellen sind mitunter kaum zu beobachten, andererseits jedoch schon im gewöhnlichen Licht deutlich zu erkennen. Sie treten auch hier häufig nach dem Albit- und Periklingesetz auf und keilen vielfach aus. An fremden Einschlüssen finden sich des öfteren in größerer Menge kleine Hornblende- und Augitkriställchen, oft regellos, bisweilen jedoch auch unter sich parallel angeordnet. Augit kommt sowohl rhombisch als monoklin vor. Bei weitem vorherrschend ist der letztere. Er ist meist blaßgrün und schwach dichroitisch und zeigt nur in der Prismenzone mitunter Andeutungen kristallographischer Begrenzung. Auslöschungsschiefen wurden bis zu 43^0 gemessen. Zwillingsbildung nach der Querfläche ist nur selten zu beobachten. Oft treten kleinere Erzkörner im Augit auf. Augit und Hornblende sind häufig orientiert verwachsen. Mitunter ziehen sich schmale Streifen von Hornblende parallel den Spaltungsrissen durch den Augit, oft erscheint die Hornblende aber auch in unregelmäßigen Lappen in ihm, deren Spaltungsrisse denen des Augits parallel laufen. Nicht selten sind solche Hornblendepartien durch feinverteiltes Erz vollkommen undurchsichtig geworden. Bisweilen wird der Augit von einem mehr oder weniger breiten Hornblendesaum umgeben. Auch hier setzen sich die Spaltungsrisse durch beide Individuen häufig ununterbrochen in derselben Richtung fort. Der fast farblose rhombische Augit mit seinen niederen Interferenzfarben und der geraden Auslöschung in Längsschnitten zeigt gleichfalls nur Andeutungen kristallographischer Begrenzung. Mitunter beobachtet man Parallelverwachsung mit monoklinem Augit. Wie bereits erwähnt, tritt der rhombische Pyroxen an Menge gegen den monoklinen zurück und fehlt in einigen Ausscheidungen fast ganz. Die dunkelbraune, stark dichroitische Hornblende ist in einigen Ausscheidungen in großer Menge vorhanden, während sie in anderen nur spärlich anzutreffen ist. Auch sie zeigt nie kristallographische Begrenzung. Die Auslöschungsschiefe wurde

bis zu 15^0 gemessen. Durch staubförmige Partikelchen von Magneteisen erscheint die Hornblende oft bestäubt und getrübt. Diese Bestäubung kann oft bis zur völligen Undurchsichtigkeit zunehmen. Innige Verwachsung mit Augit wurde bereits erwähnt. Nicht selten hat die Hornblende einen Rand von monoklinem Augit. Der meist gleichmäßig graue Augitsaum zeigt zwischen gekreuzten Nicols die stets höhere Auslöschungsschiefe. Bisweilen treten in der Hornblende kleine Blättchen eines dunkelrotbraunen, undurchsichtigen und nur schwach auf das polarisierte Licht einwirkenden Minerals auf, dessen Natur nicht näher zu bestimmen war. Magneteisen ist des öfteren in größerer Menge vorhanden und liegt nicht selten im Augit. Daneben tritt mitunter in unregelmäßigen Lappen Titaneisen auf.

5. Feldspat-Ägirinaugit-Hornblende; akzessorisch Titanit.

Mitunter tritt in den Ausscheidungen der eben betrachteten Mineralkombination an Stelle des rhombischen und monoklinen Pyroxens Ägirinaugit.

Eine faustgroße, runde, blauschwarze Ausscheidung zeigt makroskopisch kleine, langprismatische Hornblendekristalle mit deutlichen Spaltungsflächen. Zwischen diesen in der Hauptsache vorherrschenden Hornblendekristallen finden sich weiße Partien von Feldspat, der sich u. d. M. stets als Plagioklas erweist.

Da der Orthoklas für sich allein als Urausscheidung bekannt ist (No. 1 p. 492) und andererseits der Ägirinaugit für ein besonderes Charakteristikum der orthoklasführenden shonkinitischen Trachydolerite angesehen wird, so ist es auffallend, daß unter den hier und im folgenden besprochenen Urausscheidungen der mit dem Ägirinaugit auftretende Feldspat stets ein Plagioklas ist. Er zeigt hier nie kristallographische Begrenzung. Oft lassen sich im gewöhnlichen Licht scheinbar einheitliche Feldspatpartien im polarisierten Licht als ein Aggregat mehrerer Individuen erkennen. Die unregelmäßigen Ränder dieser Individuen greifen vollkommen ineinander über. Zwillingsbildung ist nicht immer deutlich zu beobachten, doch deutet die Becke'sche Linie in solchen Fällen stets auf Plagioklas. Randlich tritt beim Plagioklas meist eine dunkelbraune Zone regelmäßig verteilter staubförmiger Partikelchen auf. Diese staubförmigen Gebilde können nach dem Rande zu bis zur völligen Trübung gehäuft sein, nehmen nach dem Innern aber an Menge ab, so daß die Zone, immer heller werdend, allmählich ohne scharfe Grenze in den reinen Feldspat verläuft. Das Innere der Plagioklase ist stets vollkommen klar und durchsichtig. Als Einschluß findet sich des öfteren Apatit in 0,1 mm breiten und 0,5 mm langen Prismen. Durch die dunkelbraune, stark pleochroi-

tische Hornblende ziehen sich mitunter schmale, unter sich parallele, dunkle Streifen, die aus winzigen isotropen Partikelchen bestehen. Die Neigung dieser Streifen zu den Spaltungsrissen wurde zu ca. 45° bestimmt. Mitunter treten an der Hornblende Zwillinge nach der Querfläche auf. Diese sind schon im durchfallenden Licht an der verschiedenen Färbung, noch deutlicher aber an dem Verlauf jener Streifen zu erkennen, die an der Grenze beider Individuen federartig gegeneinander gestellt sind. Kleinere Apatitkristalle sind mitunter auch in der Hornblende eingeschlossen. In geringer Menge und meist in einzelnen regellos begrenzten Individuen zwischen Hornblende und Plagioklas tritt Ägirinaugit auf. Er ist grasgrün mit starkem Pleochroismus nach Bräunlichgrün. Vereinzelt finden sich unregelmäßige Körner von rotbraunem Titanit. Es erscheint bemerkenswert, daß Titanit in allen hier untersuchten ägirinführenden protogenen Bildungen (a 5. 6, 11; b 6, 7) auftritt, wenn er sich auch in einigen Fällen (a 5, 11) nur in geringer Menge findet und mehr die Rolle eines akzessorischen Gemengteils spielt.

6. Feldspat-Ägirinaugit-Titanit.

In einer anderen feinkristallinen, wesentlich aus Feldspat und Ägirinaugit bestehenden Ausscheidung, fehlt die Hornblende vollkommen, während Titanit in größerer Menge auftritt. Farblose und farbige Gemengteile wechseln so miteinander ab, daß die Bombe hell und dunkel gefleckt erscheint.

Der stets klare und durchsichtige Feldspat ist ein Plagioklas mit oft reihenförmig angeordneten Flüssigkeitseinschlüssen. Er zeigt größere, stets unregelmäßig begrenzte Individuen neben mitunter zu mehreren vereinigten Körnern. Meist ist neben dem Albit- auch das Periklingesetz zu beobachten. Die Zwillingslamellen keilen sich häufig aus. In dem grünen, stets stark pleochroitischen Ägirinaugit sind gleichfalls streifenförmig angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse wahrzunehmen. Oft liegen mehrere Individuen verschiedenster Größe reihenförmig dicht hintereinander. Rotbrauner Titanit liegt häufig zwischen einzelnen Körnern von Ägirinaugit. Er zeigt nur selten seine typisch spitzrhombische Form. Meist sind es mehr oder weniger große unregelmäßige Individuen. Gröbere Risse deuten mitunter auf unvollkommene Spaltbarkeit. Apatitkristalle treten häufig auf und sind nicht selten im Feldspat eingewachsen.

7. Feldspat-Biotit.

Eine wesentlich aus Feldspat bestehende Ausscheidung enthält in dünnen parallelen Lagen Blättchen von Biotit, so daß das Handstück äußerlich den Eindruck eines Gneises macht. Gründe, die gegen die Auffassung als Gneis sprechen, sind aber zunächst

das völlige Fehlen von Orthoklas. Außerdem weicht die Ausbildung des Plagioklases völlig von dem der Gneise ab und zeigt die für manche Gabbroplagioklase charakteristische Ausbildung der Zwillingslamellen. Auch tritt Quarz nur ganz untergeordnet auf. Die bereits erwähnte Zwillingslamellierung des Plagioklases ist oft schon im gewöhnlichen Licht deutlich zu erkennen, in anderen Fällen aber auch nur ganz schwach angedeutet. Nicht selten sind schmale Glimmerfetzen im Plagioklas eingeschlossen. Brauner Biotit tritt, wie erwähnt, meist schichtenweise auf und zeigt u. d. M. oft lange, stark dichroitische Rechtecke mit gerader Auslöschung zu den deutlichen Spaltungsrissen. In nur untergeordneter Menge beobachtet man auch Quarz, der sich außer durch das völlige Fehlen von Zwillingslamellen in basischen Schnitten durch die Interferenzfigur von Plagioklas unterscheiden läßt, mit dem er im gewöhnlichen Licht leicht verwechselt werden kann. Er ist stets klar und durchsichtig und tritt in allotriomorphen Körnern auf. Farblose bis schwach rötliche Zirkonkriställchen mit hoher Licht- und Doppelbrechung werden des öfteren beobachtet und zeigen nicht selten eine Größe von $0{,}05 \times 0{,}14$ mm. Daneben finden wir häufig Apatit. Beide liegen mitunter im Feldspat eingeschlossen.

8. Augit-Biotit.

Wie bereits hervorgehoben, kommt Augit in einzelnen kleineren, durchschnittlich 5 mm großen Kristallen im Tuff vor. Aber auch 1,5 cm große Augitkristalle mit meist regelmäßigen Formen, wie sie aus den Tuffen der Eifel, Rhön u. a. O. erwähnt werden, wurden beobachtet. Auch auf das Auftreten einzelner Glimmerblättchen sei an dieser Stelle nochmals hingewiesen. Dünne Blättchen von Biotit wurden bereits makroskopisch in dem Bruchstück eines Augitkristalls wahrgenommen.

Das Marburger Institut besitzt sodann aus dem Bruch an der Teufelsmauer einen Dünnschliff einer vorwiegend aus Augit und Glimmer bestehenden Ausscheidung mit einer Rinde von Basalt. Die größere Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß diese Urausscheidung aus dem Tuff selbst und nicht von dem Basaltgang stammt. Bemerkenswert ist sie aus dem Grunde, weil die Basaltrinde Titanaugit mit deutlichem Kern von Ägirinaugit aufweist, wie sie in den untersuchten Basaltauswürflingen nicht beobachtet wurden. Der Augit der Urausscheidung selbst ist schwach grün mit einem Stich ins Violette. Flüssigkeitseinschlüsse sind in ihm in großer Menge vorhanden und stets streifenförmig angeordnet. An der Grenze zu dem Basalt findet man nicht selten einen geringen Unterschied in der Auslöschung zwischen Kern und Randzone. Der Biotit ist zweifellos der jüngere Gemengteil der Ausscheidung. Er tritt meist in unregelmäßigen Lappen auf, von

denen nicht selten auskeilende Streifen zwischen die einzelnen Augite dringen. Gegen den Augit tritt er an Menge zurück.

9. Hornblende.

Besonders erwähnen möchte ich an dieser Stelle die öfter im Tuff sich findenden, bis zu 3 cm langen, tiefschwarzen Hornblendekristalle. Sie zeigen meist die Erscheinung der randlichen Schmelzung („geflossene" Formen). Die Kristalle besitzen gute Spaltbarkeit und zerfallen unter dem Einfluß der Atmosphärilien vielfach in mehr oder weniger große Bruchstücke. Bemerkenswert ist das Auftreten der Hornblende aus dem Grunde, weil sie in den Basalten dieser Gegend von Schlossmacher[1] nur in den basaltoiden Trachydoleriten ganz vereinzelt in größeren korrodierten Individuen erwähnt wird. In den von mir untersuchten Basaltauswürflingen des ganzen Tuffgebietes habe ich Hornblende nirgends beobachten können. Ähnliche Erscheinungen über das Auftreten von Hornblende in Basalten und den zugehörigen Tuffen erwähnen bereits Reuber[2] für die Gegend von Homberg a. d. Efze und Roth[3] für die Umgebung von Gießen. Auch A. Schwantke[4] erwähnt, daß die unterste Region der Tuffe des Hohen Berges bei Ofleiden a. d. Ohm dadurch charakterisiert ist, „daß in ihr zahlreiche Augite und Hornblenden als selbständiges Auswurfsmaterial eingebettet liegen", während Hornblende in dem anstehenden Gestein nicht beobachtet wird. Unwahrscheinlich bei der Frage nach der Herkunft dieser Kristalle ist wohl die von Roth aufgestellte Vermutung, daß die Kristalle von in der Tiefe anstehenden hornblendeführenden Gesteinen abstammen. Viel eher wird, worauf Roth allerdings auch schon hinweist, die Annahme berechtigt sein, daß die Hornblende zu den ersten Ausscheidungen des Magmas gehörte, in dem sie später oberflächlich angeschmolzen wurde. Hiefür würde teils das verhältnismäßig spärliche Auftreten dieser einzelnen Kristalle gegenüber den anderen Ausscheidungen sprechen, teils auch ihre meist „geflossenen" Formen. Wenn auch in einer Reihe von Basalten anderer Orte Hornblende als Gemengteil in größerer Menge nachgewiesen wurde, so spricht ihr Auftreten in meist stark korrodierten Formen nur für diese Annahme. (Schluß folgt.)

[1] l. c. p. 657.

[2] Reuber, Die Basalte südlich von Homberg a. d. Efze bis zum Knüllgebirge. N. Jahrb. f. Min. etc. 1904. Beil.-Bd. XIX.

[3] Roth, Die Tuffe der Umgegend von Gießen. Dissert. Gießen 1892.

[4] A. Schwantke, Die Basalte der Gegend von Homberg a. d. Ohm, insbesondere der Dolerit des Hohen Berges bei Ofleiden. N. Jahrb. f. Min. etc. 1904. Beil.-Bd. XVIII. p. 485.

Über pneumatogene Erzlagerstätten.

Von **A. Sachs** in Breslau.

In meinem Aufsatze: „Zur Systematik der Erzlagerstätten“ (dies. Centralbl. 1915. p. 77) unterschied ich pneumatogene, magmatogene und hydatogene Vorkommen, die ich dann weiterhin in syngenetische und epigenetische einteilte. Ich bezeichnete die pneumatogen-epigenetischen Vorkommen als Exhalationslagerstätten und wies darauf hin, daß ein großer Teil der sogenannten Kontaktlagerstätten zu ihnen gehört. Von diesen soll hier nicht die Rede sein. Ich möchte mich vielmehr etwas näher über diejenigen Bildungen äußern, die ich für pneumatogen-syngenetisch halte.

Als den Typus letzterer bezeichnete ich die primären Zinnerzvorkommen. Da meine Ausführungen hierüber wohl teilweise nicht richtig verstanden wurden, möchte ich zunächst nochmals darlegen, wie ich mir ihre Entstehung vorstelle. Sie erfolgte nach meiner Auffassung in 3 Phasen:

1. Das granitische Magma führte primär Dämpfe von Zinnfluorid und Wasser mit sich herauf, und noch im Magma vollzog sich der bekannte Umsatz: $Sn Fl^4 + 2 H^2 O = Sn O^2 + 4 H Fl$.

2. Das Magma erstarrt und es entstehen Kontraktionsspalten.

3. Die Spalten füllen sich mit Erz, das aus der Dampfform erstarrt, und gleichzeitig erfolgt von den Spalten aus die Umwandlung des Granites zu Greisen durch pneumatolytische Einflüsse.

Ich glaube, daß weder das Studium der Dünnschliffe, noch die bekannten Zinnsteinpseudomorphosen nach Feldspat dieser eben geschilderten Auffassung widersprechen. Wenn R. Beck auf vereinzelte epigenetische Zinnsteinvorkommen, die an Pegmatite geknüpft sind, oder innerhalb von Sedimentgesteinen auftreten, hinweist, so vermag das an der syngenetischen Natur der in Rede stehenden Lagerstätten nichts zu ändern.

Vom Greisen lenken sich von selbst die Gedanken zu einem Gestein, das ebenfalls wichtige Erzvorkommen birgt: zum Propylit. Es besteht über die Bildung des Propylites, sowie über seine Beziehungen zur „jungen Gold-Silber-Ganggruppe“ eine reichhaltige Literatur, die in einer Arbeit von Lazarević (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1913. p. 345) zusammengestellt worden ist. Hiernach existieren dreierlei Auffassungen über die Propylit-Entstehung:

1. Das propylitische Gestein ist durch postvulkanische Wirkungen auf die normal andesit-dacitischen Gesteine hervorgebracht worden. Anhänger: von Szabo, Rosenbusch, von Inkey, Weinschenk, von Böckh usw.

2. Die Propylitisierung ist bereits in den vulkanischen Schloten oder noch tiefer eingetreten: von Palfy.

3. Die Propylitisierung ist kein Ereignis der postvulkanischen Prozesse, sie verdankt ihre Entstehung dynamometamorphen Wirkungen: Schumacher.

Lazarević selbst bekennt sich zur erstgenannten Auffassung.

Von besonderem Interesse scheint mir die Äußerung von Stelzner-Bergeat (Die Erzlagerstätten. 1906. 2. p. 1237) über diese Frage zu sein:

„Man wird die ‚Propylitisierung' für eine der Gangbildung koordinierte, nicht subordinierte Erscheinung halten und fragen dürfen, ob nicht etwa eine intensive Durchgasung des aufsteigenden, teilweise verfestigten Magmas zu dessen besonderer petrographischer Ausbildung . . . geführt hat."

Nach der Auffassung von Stelzner-Bergeat handelt es sich also um eine pneumatolytische und zwar nicht postvulkanische Erscheinung.

Damit nähern sich unzweifelhaft Stelzner-Bergeat, wie es übrigens auch von Palfy tut, der bekannten Auffassung von Richthofen, nach welcher der Propylit ein primäres, kein sekundäres Gestein darstellt. In der Tat liegt ja auch hier dem Greisen gegenüber ein bedeutender Unterschied vor: während die Umwandlung des Granites zu Greisen vornehmlich längs der Spalten erfolgte, ist die Propylitbildung über den ganzen Gesteinskomplex hin erfolgt, und diese Tatsache spricht ganz erheblich gegen die Umwandlung der Andesite durch aufsteigende Thermalquellen.

Letztere zieht man auch größtenteils für die Bildung der Erzgänge im Propylit heran. Es sei demgegenüber darauf hingewiesen, daß, wenn man der Theorie von Stelzner-Bergeat und von Palfy folgt, gewaltige Massen von Wasserdämpfen primär mit dem Magma emporgedrungen sein müssen, die zur Bildung von wasserhaltigen Mineralen: Chlorit, Kaolin, Epidot, Zeolithen führten. Es scheint demnach die Möglichkeit vorzuliegen, daß die Thermalquellen, die mit den Propyliten verknüpft sind, nicht aufsteigende Nachklänge, sondern im Gegenteil deszendierende Kondensationsprodukte des propylitischen Magmas darstellen. Und es besteht weiterhin die Möglichkeit, daß diese Wässer eine Auslaugung der im Gestein primär gebildeten Erze und einen Absatz derselben in den Spalten erzeugten. Es würde sich also um eine Lateralsekretion handeln, aber nicht durch Tagewässer, sondern durch Wässer, die Kondensationsprodukte aus dem Gesteinsmagma darstellen. Was nun aber die Bildung der primären Erze anbelangt, so wären diese als pneumatogen-syngenetisch anzusprechen, es wird sich vor allem wohl um dampfförmige Eisen- und Goldchloride handeln, die durch H^2S-Dämpfe zu goldhaltigem Schwefelkies umgewandelt wurden.

Ich möchte ausdrücklich darauf hinweisen, daß ich die eben

geschilderten Gedanken nicht als Tatsachen, sondern nur als Möglichkeiten hinstellen möchte.

Ganz von selbst lenkt sich dann die Aufmerksamkeit zu einer dritten Gruppe von Lagerstätten: zu den Quecksilbergängen hinüber. Über sie bemerken Beyschlag-Krusch-Vogt (Die Lagerstätten d. nutzb. Min. 1910. 1. p. 171) Folgendes: „Viele stehen in genetischer Beziehung zu tertiären, einige sogar zu quartären Eruptivgesteinen und den sie begleitenden Solfataren. An einigen Lokalitäten (Sulphur Bank in Kalifornien, Steamboat Springs in Nevada) ist die Erzbildung noch im Gange, so daß man die chemischen und physikalischen Bedingungen für den Absatz des Erzes beinahe wie im Laboratorium studieren kann. Aus den Untersuchungen von Christy, Le Conte und Rising, Posepny, Becker, Melville ergibt sich, daß sich hier Zinnober aus einem Thermalwasser ausscheidet, in dem Schwefelquecksilber in überschüssigem Na^2S gelöst ist. Aus solchen Lösungen kann Zinnober ausfallen durch Verdünnung, durch Oxydation und durch Entweichen von H^2S bei der Zerstörung von Na^2S, durch Ammoniak bei niedriger Temperatur oder durch reduzierende Einwirkung von Kohlenwasserstoff. In ähnlicher Weise dürften auch andere Zinnobervorkommen gebildet sein. Während man so genügend Anhaltspunkte für die Ursache des Zinnoberabsatzes hat, ist man völlig im unklaren über die Herkunft des Quecksilbers und die chemischen Prozesse, durch welche das Metall aus der ursprünglichen Heimat in die Lösungen übergeführt wurde. . . . Da es sich im allgemeinen um Nachbargebiete junger Eruptivgesteine handelt, kann man mit Wahrscheinlichkeit vermuten, daß das Magma derselben in ursprünglicher Beziehung zur Herkunft des Quecksilbers steht."

Derselben Auffassung bin ich auch, nur mit einem Unterschiede: während die genannten Autoren in den Thermalquellen, aus denen sich heute das Quecksilber absetzt, juvenile Äußerungen erblicken, glaube ich, daß sie Auslaugungsprodukte der genannten Eruptivmassen sind: Kondensationsprodukte der in ihnen primär eingeschlossenen Wasserdämpfe. Die Herkunft des Quecksilbers aber glaube ich in den Eruptivgesteinen selbst suchen zu müssen, und zwar handelt es sich nach meiner Vermutung um pneumatogen-syngenetische Bildungen. Der Zinnober entstand hier durch gegenseitige Einwirkung von Quecksilber- und Schwefelwasserstoffdämpfen, ganz analog den primären Gold-Silbervorkommen in den Propyliten.

Wenn diese Auffassung richtig wäre, dann würde sie allerdings eine wesentliche Stütze gegen die Aszensionstheorie bilden, denn man würde erkennen, daß die Absätze der Thermalquellen nicht primärer, sondern sekundärer Natur wären.

Ich rekapituliere also: nach meiner Auffassung sind die

Zinnsteinvorkommen, sowie das ursprüngliche Material der jungen Gold-Silber- und der Quecksilbergänge pneumatogen-syngenetische Bildungen. Sie entstanden alle drei aus Dämpfen, die gleichzeitig mit den Eruptivmassen empordrangen. Die erste Gruppe kann als Typus der pneumatogen-syngenetischen Lagerstätten angeführt werden. Bei den beiden letzten spielten heiße Wässer (Kondensationsprodukte der im Eruptiv-Magma eingeschlossenen Wasserdämpfe) sekundär eine große Rolle. Sie setzten das ausgelaugte Erz teils in Spalten des Eruptivgesteines selbst, teils als Thermalwässer in anderen, auch schichtigen Gesteinen ab. Man wird also die Gänge der jungen Gold-Silberformation, sowie die Quecksilbergänge zwar unter den hydatogenen Bildungen beschreiben, sich aber ihre ursprüngliche Bildungsweise stets vor Augen halten müssen.

Ich glaube, daß der Unterschied zwischen den magmatischen Differentiationen und den vermeintlich „durch eruptive Nachwirkung" entstandenen Vorkommen lediglich darin liegt, daß es sich bei ersteren um reine Schmelzflüsse, bei letzteren um Schmelzflüsse, die reichlich mit Gasen durchtränkt waren, handelt. Die Verhältnisse sind, wie Boeke (Grundl. d. phys.-chem. Petrogr.) bemerkt, nur auf induktivem Wege mit Sicherheit zu überblicken. Vielleicht bringen die Untersuchungen von Niggli die gewünschte Klarheit.

Breslau, Min. Univers.-Instit., Juli 1915.

Die systematische und stratigraphische Stellung von „Torlessia Mackayi" Bath. (= Terebellina) von Neuseeland.

Von Dr. **E. Jaworski** in Bonn a. Rh.
(Zurzeit im Felde.)

Mit 1 Textfigur.

Als *Torlessia Mackayi* Bath. sind seit einer Reihe von Jahren Annelidenreste bekannt, die Bather[1] genauer beschrieben und abgebildet hat, und für die er die neue Gattung *Torlessia* aufstellte. Diese Anneliden kommen in Neuseeland in großer Häufigkeit an einer ganzen Reihe von Punkten vor: auf der Südinsel in der Provinz Canterbury, in den Hokonui-Hils und bei Nelson, auf der Nordinsel bei Wellington und in der Tararua-Range[2], waren aber

[1] F. A. Bather, The Mount Torlesse Annelid. Geological Magazine. N. S. Dec. V. 2. p. 532–541; —. The age of the Mount Torlesse Annelid. Ibid. 3. p. 46—47.

[2] J. Park, The Geology of New Zealand. 1910.

bis jetzt nur aus Neuseeland bekannt. Die genaue Kenntnis der stratigraphischen Stellung der durch das Auftreten von *Torlessia Mackayi* BATH. gekennzeichneten Schichten wäre in Anbetracht der weiten Verbreitung dieser Schichten in Neuseeland für die neuseeländische Geologie von großer Wichtigkeit. Da aber *Torlessia* auf Neuseeland immer nur allein und niemals mit anderen Fossilien zusammen auftritt, so ist bis jetzt eine genaue Altersbestimmung der *Torlessia*-Schichten nicht möglich gewesen. Prof. WANNER hat nun von seinen Reisen in Neuseeland wie auch von einem ganz anderen weitentfernten Punkte, von der Insel Lios im Misolarchipel, Fossilien mitgebracht, deren Identität mit *Torlessia*, trotzdem sie sich in einem wesentlichen Punkt von der BATHERschen Gattungsdiagnose unterschieden, mir von vornherein wahrscheinlich war. Um ganz sicher zu gehen, bat ich Herrn Dr. BATHER vom Britischen Museum um Überlassung des BATHER'schen Materials zu Vergleichszwecken. Meinem Wunsch wurde in liebenswürdigster Weise entsprochen, wofür ich hier der Direktion des Britischen Museums meinen besten Dank sagen möchte. Es lag mir also Material vor: 1. von der Insel Lios im Misolarchipel, 2. von bisher unbekannten Fundpunkten von der Nordinsel von Neuseeland, beides von WANNER gesammelt, 3. von der Südinsel von Neuseeland, das BATHER'sche Material.

Die Untersuchung ergab folgende Resultate: 1. Die Gattung *Torlessia* ist mit der älteren ULRICH'schen Gattung *Terebellina* ident. 2. „*Torlessia*“ *Mackayi* BATH. hat triadisches, wahrscheinlich karnisches Alter. 3. „*Torlessia*“ ist nicht auf Neuseeland beschränkt, sondern findet sich auch in Misol und Alaska. 4. In der bis jetzt mit Ausnahme des äußersten Südens als känozoisch kartierten östlichen Küstenregion der Nordinsel (cf. die Karte von PARK und MARSHALL, Fig. 4 [1]) findet sich auch Trias.

Auf manche Punkte bin ich schon kurz bei der Beschreibung der norischen *Nucula*-Mergel von Misol eingegangen [2]. Bei dem außergewöhnlichen Interesse, das der Gegenstand in Anbetracht unserer bis jetzt sehr dürftigen Kenntnisse über die Trias von Neuseeland verdient, halte ich eine ausführlichere Darstellung an einer einem weiteren Leserkreis zugänglichen Stelle für geboten.

Paläontologische Beschreibung.

Vergl. Paläontologie v. Timor. II. Lief. No. V. p. 22. Taf. 45 Fig. 22.

Das Vorkommen ist an allen drei Punkten dasselbe. Die Röhren liegen gesellig in einem tonig-schiefrigen Gestein, das

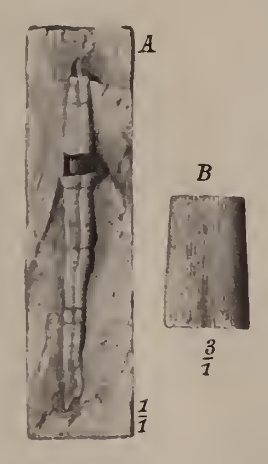
[1] MARSHALL, New Zealand. Handb. regionaler Geologie, herausgeg. v. STEINMANN und WILCKENS. 7. Teil 1.

[2] JAWORSKI, Die Fauna der obertriadischen *Nucula*-Mergel von Misol. Paläontologie von Timor. II. Lief. V. 1915. p. 146.

keine anderen Fossilien enthält. Während bei den Stücken von Misol und von der Südinsel von Neuseeland sich die Röhren nur wenig von dem umgebenden grauen Gestein abheben, liegen die Stücke von der Nordinsel als schneeweiße, vielfach zerbrochene Röhrenfragmente in einem tiefbraun-grauen Gestein. Die äußere Form der Stücke ist langgestreckt, gerade stabförmig, mit nur ganz geringem Wachstumswinkel. Der Querschnitt ist abgeflacht-oval. Auf den beiden abgeflachten Seiten verläuft eine mediane Längsrinne. Die Längsrinne ist gleichmäßig bei allen Stücken entwickelt. Es handelt sich bei der Längsrinne nicht um ein Gebilde, das durch mechanische Deformation zu erklären ist, wie es Bather annimmt, sondern um ein charakteristisches Merkmal der Röhre. Dies scheint mir daraus hervorzugehen, daß diese Längsrinne bei allen Stücken von allen drei Punkten, ganz gleichgültig, in welcher Richtung sie in dem umgebenden Gestein liegen, genau dieselbe, höchstens durch Verdrückung schwach hin und her gebogene Lage hat. Nimmt man eine mechanische Entstehung der Längsrinne an, so sollte man erwarten, daß die Längsbrüche bald in dieser, bald in jener Richtung verlaufen, wie es auch in der Tat die bei den Stücken von Ashley Gorge vorhandenen zahlreichen Querbrüche tun. Dies ist aber bei der medianen Längsrinne nicht der Fall, sondern diese ist in ihrer Lage ganz konstant. Die Bather'schen Stücke zeigen außer der durch Deformation entstandenen Quergliederung eine ganz feine Längsstreifung. Bei den Misolstücken ist hiervon nichts zu sehen, was auch nicht erstaunlich ist, da die feine Längsstreifung, wie Bather hervorhebt, nur bei „ganz gutem" Erhaltungszustand zu erkennen ist. Im übrigen stimmen die Stücke von Misol und von Ashley Gorge in der äußeren Form vollkommen überein, wenn man von dem Größenunterschied absieht. Die letzteren Stücke sind sehr viel größer als die Misolstücke. Die zahlreichen Stücke von der Nordinsel sind stets nur sehr fragmentär erhalten und meistens nur kleine Bruchstücke, so daß sich eine Abbildung nicht lohnt, lassen aber auch die oben beschriebenen Merkmale deutlich erkennen.

Die Wand der Röhre ist außerordentlich dick und hart. Die ursprüngliche Form des Querschnitts und des ziemlich kleinen lichten Lumens der Röhre ist vielleicht in keinem einzigen Falle erhalten, sondern stets durch Druck mehr oder weniger deformiert. Dies geht oft so weit, daß überhaupt kein Hohlraum mehr vorhanden ist, sondern sich die beiden gegenüberliegenden Wände der Röhre berühren. Der ursprüngliche Hohlraum ist, wenn noch vorhanden, durch feine Sedimentmasse ausgefüllt, wie es bei den Stücken von der Nordinsel von Neuseeland sehr gut hervortritt. Die schneeweiße Röhre ist von brauner Sedimentmasse erfüllt. In dem Maße, wie das Lumen zusammengepreßt wird, wird auch die

Ausfüllmasse immer schmäler und schmäler; schließlich ist nur noch ein feiner dunkler, oft nicht mehr zusammenhängender Strich vorhanden, und auch dieser kann verschwinden, so daß gar kein Hohlraum mehr zu erkennen ist. Das WANNER'sche Material von Neuseeland läßt alle diese Übergänge erkennen. Die Ausfüllmasse des Lumens besteht aus allerfeinstem dunkelbraunem Ton, stellt also eine Auslese des feineren Teiles der umgebenden Sedimentmasse dar, alle gröberen Quarzkörnchen fehlen, was mit der geringeren Größe des Hohlraumes zusammenhängen mag. Bei den



Terebellina (= *Torlessia*) *Mackayi* BATH. sp. Ashley Beds. Südinsel von Neuseeland (Brit. Mus. A. 1358). A. Ein Stück in natürlicher Größe Zeigt die Längsrinne und die unregelmäßigen Querbrüche. B. ? Rutschstreifung der Oberfläche. × 3.

Stücken von Ashley Gorge ist das Lumen bis auf einen haarfeinen dünnen Strich von dunkler Sedimentmasse zusammengepreßt. Bei dem Stück von Misol erscheint es mir, im Gegensatz zu dem früher Gesagten (Paläont. v. Timor, p. 139), jetzt fraglich, ob noch Ausfüllmasse eines ursprünglich vorhandenen Lumens zu erkennen ist. Die zentrale Zone, die als solche in Betracht kommen könnte, unterscheidet sich sicher durch bedeutend geringere Korngröße von der Wandzone, vielleicht ist sie auch durch etwas Tongehalt quantitativ von dieser unterschieden. Hierüber konnte ich jedoch keine volle Klarheit gewinnen. Gegen die Annahme einer wirklich vorhandenen, vom Baumaterial der Röhrenwand verschiedene Ausfüllmasse spricht vielleicht der Umstand, daß diese Ausfüllmasse dann gegen die Wand sehr wenig scharf abgesetzt wäre, was zu den Beobachtungen an den WANNER'schen Neu-

seelandstücken im Gegensatz steht. Hier kann man einwenden, daß dieses verschiedene Verhalten sich durch die mineralogische Verschiedenheit der beiden Sedimente erklären läßt, die nicht zu übersehen ist. Im übrigen ist die Diskussion über diesen Gegenstand ziemlich müßig, da, auch wenn man annimmt, daß keine Ausfüllmasse im Lumen vorhanden ist, nach den oben mitgeteilten Beobachtungen, die zeigen, daß oft durch Verdrückung der Hohlraum der Röhre verschwindet, kein Hindernis für die Identifizierung vorliegt.

Die Röhrenwand macht mit bloßem Auge oder mit der Lupe betrachtet einen einheitlichen, kompakten Eindruck. Im Dünnschliff dagegen zeigt sich bei starker Vergrößerung schon im gewöhnlichen Licht, daß die Wand nicht homogen ist, wie es Bather beschreibt, der eine ursprünglich kalkige und sekundär verkieselte Röhre annimmt, sondern daß sie aus einzelnen Brocken besteht, die durch eine ganz spärliche, zartbraune, durchsichtige Zwischenmasse verkittet sind. Das Bild macht den Eindruck eines ganz zarten, ziemlich weitmaschigen Gewebes, das aus der lichtbraunen durchsichtigen Zwischenmasse besteht, zwischen der die eckigen, durchsichtig klaren Brocken liegen. Es ist also ein typisch agglutinierender Bau vorhanden, ganz im Gegensatz zu der Bather'schen Behauptung. Die spärliche Zementmasse besteht anscheinend nicht aus Tonsubstanz, sondern, wie ich der Farbe nach und in Analogie mit dem Bau der Schalen der agglutinierenden Foraminiferen annehmen möchte, aus einer Eisenverbindung. Noch deutlicher tritt der Bau der Schale im polarisierten Licht hervor. Man erkennt sofort, daß die Schale aus lauter eckigen, nicht gerundeten Splittern von Quarz besteht, welche die charakteristischen Polarisationsfarben zeigen. Das spärliche Zement tritt im polarisierten Licht wenig hervor. Bemerkenswert ist, daß die Schale nur aus Quarzsplittern aufgebaut ist. Jede Beimengung von Ton fehlt. Die Gesteine sind in allen drei Fällen Tonschiefer mit Beimengung von mehr oder weniger spärlichen Quarzkörnchen und Glimmerfetzen, wozu sich bei den Stücken von der Nordinsel von Neuseeland Glaukonitkörnchen gesellen. Das Tier hat also zu dem Aufbau seiner Röhre aus der gesamten Sedimentmasse die immerhin im Vergleich zu den übrigen Gemengteilen nicht übermäßig häufigen Quarzkörnchen ausgelesen. Die an Menge stark überwiegende Tonmasse, die Glimmerfetzen und die Glaukonitkörnchen sind zurückgelassen worden. Die Korngröße der größeren zum Bau verwandten Körner bewegt sich zwischen 0,05—0,1 mm und ist ziemlich konstant. Dieser Aufbau der Schale ist bei den Stücken von allen drei Fundorten durchaus der gleiche, so daß es nicht möglich ist, die Dünnschliffe auseinanderzuhalten, während der petrographische Habitus des umhüllenden Gesteins bei den verschiedenen Fundorten doch in etwas voneinander abweicht. Vor

allem unterscheiden sich die Stücke von der Nordinsel von Neuseeland durch die braunrote Farbe der Tonmasse, die Glaukonitkörner und die etwas größere Korngröße von den BATHER'schen Stücken und von dem Misolmaterial, welche eine mehr zartgraue Tonmasse, eine geringere Korngröße und viel zahlreichere, wenn auch winzig kleine Glimmerfetzen aufweisen. Bei dem Gestein von der Nordinsel hat das Tier vorwiegend die etwas kleineren, bei den beiden anderen Vorkommen vorwiegend die etwas größeren Quarzkörnchen zum Bau der Schale ausgelesen.

Schon BATHER weist auf die große Ähnlichkeit seiner „*Torlessia*“ *Mackayi* BATH. mit der von ULRICH[1] aus Alaska beschriebenen *Terebellina Palachei* ULRICH hin. Er unterscheidet aber *Torlessia* von *Terebellina* als besondere Gattung wegen des angeblich nicht agglutinierenden Baues der Schale, der leicht gekrümmten und nicht ganz gerade gestreckten Gestalt und wegen der feinen Querstreifung an Stelle einer zarten Längsstreifung. Von diesen Unterschieden ist der erste nach den voranstehenden Untersuchungen hinfällig. Die Stücke von Neuseeland und Misol haben genau den gleichen agglutinierenden Schalenbau wie die Gattung aus Alaska. Die Beschreibung „tubes composed of cemented minute siliceous grains . . . .“ „These grains are essentially the same as those of the arenaceous shale in wich the fossils are found, but are of more uniform and larger average size in the tubes than in the matrix“, läßt sich Wort für Wort auf die vorliegenden Stücke übertragen. Wenn die Stücke von Alaska leicht gekrümmt erscheinen, so ist deren sehr beträchtliche Länge zu berücksichtigen, die auch eine geringe Krümmung sehr viel deutlicher hervortreten lassen muß, als bei den kürzeren Stücken von Misol und Neuseeland. Kleine herausgebrochene Teilstücke würden auch wie das Misolmaterial oder die Neuseelandstücke die Krümmung nur wenig oder gar nicht erkennen lassen. Wenn die von ULRICH beschriebene Art eine feine Querstreifung und die von BATHER beschriebene eine feine Längsstreifung bei gutem Erhaltungszustand erkennen läßt, so ist das ein einfacher Unterschied in der Skulptur, wie er sich z. B. auch bei den einzelnen Vertretern der Gattung *Serpula* findet[2]. Jedenfalls ist der Hauptunterschied, die von BATHER betonte Verschiedenheit im Aufbau der Schale, hinfällig. Die Anneliden von Misol und Neuseeland sind zu der Gattung

---

[1] E. O. ULRICH, Fossils and age of the Yakutat Formation. Description of the collections made chiefly near Kadiak, Alaska. HARRIMAN, Alaska-Expedition. 4. p. 125—146. Taf. 11 und 21.

[2] Die Streifung an den mir vorliegenden Stücken BATHER's aus den Ashley Beds ist meiner Ansicht nach nur eine Rutschstreifung, die mit der starken Pressung des umschließenden Tonschiefers sehr wohl in Einklang steht (Fig. B).

Terebellina Ulrich zu stellen, und der jüngere Gattungsname *Torlessia* Bather ist in Zukunft zu streichen. Äußerlich ist *Terebellina Palachei* Ulrich besonders den Stücken von Misol durch die schmale schlanke Form recht ähnlich. Auch die mediane Furche ist zu erkennen, wird aber auch von Ulrich zu Unrecht durch mechanische Deformation erklärt. Die Art des Vorkommens ist ebenfalls in Alaska die gleiche wie in Neuseeland und in Misol. Die Anneliden finden sich in Tonschiefern, die mit Ausnahme einer *Inoceramus*-ähnlichen Schale, die zum Repräsentanten der neuen Gattung *Inoceramya* Ulrich erhoben wird, keine Fossilien geliefert haben. Sehr bemerkenswert ist auch, daß Wanner aus Neuseeland in der Nähe des Vorkommens der Schichten mit *Terebellina Mackayi* Bath., wenn auch nicht aus demselben Horizont, Reste einer grobprismatischen, an *Inoceramus* erinnernden Schale mitgebracht hat. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß auch Park, p. 80, mit *Terebellina Mackayi* Bath. zusammen *Monotis* sp. nennt. Auch in Misol enthalten zwar die Handstücke mit der *Terebellina* keine anderen Fossilien, finden sich aber bemerkenswerterweise in demselben, höchstens 2 m mächtigen Aufschluß mit karnischen Daonellen zusammen.

Stratigraphische Stellung der *Terebellina Mackayi* Bath.

Die Schichten mit *Terebell. Mackayi* Bath. sind, wie in der Einleitung hervorgehoben, in Neuseeland weitverbreitet. Ihr genaues Alter ist aus dem wiederholt genannten Grunde — wegen des vollständigen Fehlens anderer Fossilien — in Neuseeland bis jetzt nicht bekannt. Bather sagt 1906: „not below Trias and not above Jurassic". Park stellt die Schichten mit *Terebell. Mackayi* Bath., p. 79—81, zu den Mataura Series, die er als Jura ansieht, und Marshall, p. 20, zu seinem Maitai-System von triadisch-jurassischem Alter. Auf Misol nun finden sich die Anneliden in demselben Schichtkomplex mit ganz einwandfreien karnischen Daonellen zusammen: *Daonella lilintana* Boehm, *D.* cf. *styriaca* Mojs. und *Daonella* spec. indet. (Jaworski, Die Fauna der obertriadischen *Nucula*-Mergel. Paläont. von Timor. p. 141). Dort läßt sich also das triadische bezw. karnische Alter der *Terebellina Mackayi* Bath. sicher beweisen. Bei der vollkommenen Übereinstimmung der Misol- und Neuseelandfunde kann man diese Altersbestimmung mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit auch auf Neuseeland übertragen, zumal da alle anderen besseren Handhaben für die Altersbestimmung fehlen, und behaupten: nach den im Misolarchipel gemachten Erfahrungen haben die Schichten mit *Terebell. Mackayi* Bath. auch in Neuseeland höchstwahrscheinlich ein triadisches Alter und gehören vielleicht der karnischen Stufe an. Es ergibt sich also, daß die Altersbestimmung von Bather und

Marshall wenigstens in weiteren Grenzen das Richtige getroffen hat. Man mag gegen diesen Schluß den zweifelsohne berechtigten Einwand erheben, daß unsere Erfahrungen über den stratigraphischen Wert der *Terebell. Mackayi* Bath. nach dem einzigen Vorkommen auf Misol noch recht geringe und unsichere sind. Das ändert aber an der Tatsache nichts, daß die neue Altersbestimmung sich auf eine sicherere Unterlage stützt als die frühere und dadurch einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit gewinnt. Für die zweite Spezies, *Terebell. Palachei* Ulrich aus den Yakutat Slates, nimmt Ulrich Liasalter an. Auch diese Altersbestimmung ist sehr fraglich. Außer den Anneliden finden sich in den Schichten Fucoiden und eine Zweischalergattung, *Inoceramya*, also wenig sichere Anhaltspunkte.

Von der Gattung *Terebellina* mit der von Ulrich gegebenen Diagnose sind also zurzeit zwei Arten bekannt, die sich durch die Skulptur und die in dem einen Fall gerade stabförmige und in dem anderen Fall leicht gebogene Gestalt unterscheiden: *Terebell. Palachei* Ulrich aus den liassischen (?) Yakutat Slates von Alaska und *Terebell. Mackayi* Bath. aus der karnischen Trias von Misol und Neuseeland.

Auf der Park'schen wie auf der Marshall'schen Karte der Nordinsel von Neuseeland findet sich ein breiter Streifen, der bei Park als Permo-Jurassic und bei Marshall als Maitai-Series von triadisch-jurassischem Alter bezeichnet ist. Diese Altersbestimmung stützt sich hauptsächlich auf die petrographische Übereinstimmung mit den Schichten, die nach ihrem Fossilinhalt auf der Südinsel als Trias-Jura erkannt sind. Während Fossilien von jurassischem Alter auf der Nordinsel an verschiedenen Punkten seit langem bekannt sind, war dies für die Trias bis jetzt eben mit Ausnahme der *Terebell. Mackayi* Bath. von unsicherem Alter nicht der Fall. Durch den Nachweis des triadischen Alters der *Terebell. Mackayi* Bath. ist der erste exakte paläontologische Nachweis der Trias auf der Nordinsel erbracht. Im Gegensatz hierzu ist auf der Südinsel durch die Funde der Novaraexpedition und die Bestimmungen von Boehm und Diener (dies. Centralbl. 1910. p. 632) bekanntlich Trias schon seit langer Zeit nachgewiesen.

Wichtige Schlüsse ergeben sich weiter aus der Lage der beiden neuen von Wanner entdeckten Fundpunkte auf der Nordinsel. Der eine liegt im Süden der Ostküste der Nordinsel am Wege von Tinui nach Wahataki im Distrikt Masterton, auf der Park'schen Karte in der Nähe von Castle Pt. Bei Tinui finden sich bereits auf der Karte von Park wie von Marshall in der Küstenzone ältere triadisch-jurassische Gesteine eingezeichnet. Der zweite Fundpunkt liegt bei Port Awanui im Distrikt Gisborne, auf der Park'schen Karte in der Küstenregion zwischen East Cape und Open Bay. Auf der Park'schen wie auf der Marshall'schen

Karte finden sich in der ganzen Erstreckung der Küstenregion nordöstlich von Tinui bis East Cape ausschließlich junge tertiäre und pleistocäne Schichten eingezeichnet. Der WANNER'sche Fund zeigt, daß diese bisherige Auffassung dahin zu korrigieren ist, daß auch im nördlichen Bereich der Ostküste jedenfalls stellenweise in den jungen Sedimenten Aufbrüche sehr viel älterer triadischer Gesteine vorhanden sind.

Besprechungen.

E. Weinschenk: Die gesteinsbildenden Mineralien. 3. Aufl. Freiburg i. Br. 1915. 261 p. Mit 5 Tafeln, 22 Tabellen und 309 Textfiguren.

Nachdem im Jahr 1907 die zweite Auflage erschienen ist (vergl. dies. Centralbl. 1907. p. 470), liegt nunmehr die dritte vor. Der verhältnismäßig kurze Zeitraum zwischen diesen beiden Auflagen zeigt, daß das Buch sich einen bleibenden Platz bei dem petrographischen Publikum geschaffen hat. Verf. war erneut bestrebt, sein Werk dem Gebrauch bei dem petrographischen Unterricht immer mehr anzupassen und dabei die neuesten Forschungen zu berücksichtigen unter Festhaltung einer klaren und knappen Darstellung. Zu diesem Behuf wurden einzelne Abschnitte (Ausbildung der Gesteinsbestandteile, Pyroxengruppe, Amphibolgruppe etc.) völlig neubearbeitet und die einzelnen Teile schärfer voneinander abgetrennt. Die Zahl der behandelten Mineralien und der Umfang des Textes wurden wenig vergrößert, um so mehr die der Abbildungen, die von 204 auf 309 gestiegen sind, abgesehen von 5 neuen Tafeln. Die Brauchbarkeit hat dadurch unstreitig gewonnen. **Max Bauer.**

Personalia.

Professor Dr. **Bruno Doss**, bisher Vertreter der Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule in Riga, ist als deutscher Reichsangehöriger, nachdem er im Herbst 1914 ins Innere Rußlands verschickt worden war, im Juni 1915 auf Kaiserlichen Befehl aus dem russischen Staatsdienst entlassen und seiner Stellung verlustig erklärt worden.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ein neues Polarisationsinstrument.

Von **Max Bauer** in Marburg i. H.

Mit 2 Textfiguren.

Bei den meisten Polarisationsinstrumenten, die in den mineralogischen Instituten benützt werden, u. a. bei den weitverbreiteten von der Firma R. Fueß in Berlin-Steglitz, besteht ein großer Nachteil darin, daß es sehr umständlich und mühsam ist, von der Beobachtung im parallelen polarisierten Licht zu der im konvergenten überzugehen und umgekehrt. Es müssen dabei Bestandteile des Instruments ausgetauscht, sowie Linsensätze herausgenommen und wieder eingesetzt werden, was unbequem und zeitraubend ist und außerdem den Übelstand mit sich bringt, daß man bei der Arbeit neben dem Hauptinstrument immer einige Ergänzungsstücke lose neben sich liegen haben muß. Bei dem im folgenden beschriebenen Instrument sind alle diese Übelstände vermieden, ohne daß dabei irgend eine der guten Eigenschaften der älteren Instrumente verloren ginge. Es ist nach meinen Angaben unter Anlehnung an gewisse Apparate von Nörrenberg von der Firma Leitz in Wetzlar konstruiert und auf p. 514 und 515 in den Figuren 1 (für paralleles Licht) und 2 (für konvergentes Licht) abgebildet.

Das Instrument besteht aus dem schweren, rechtwinklig gebogenen Metallstück *kk*, das als Träger des Ganzen dient. In dem Kasten *b* befindet sich ein Glasplattensatz, der das von dem um eine horizontale Achse drehbaren Beleuchtungsspiegel *a* kommende Tageslicht in polarisiertes Licht verwandelt und senkrecht nach oben reflektiert, so daß es aus der oberen Öffnung des Kastens *b* in vertikaler Richtung austritt. In einer Hülse an der hinteren (in den Abbildungen linken) Seite des Stücks *kk* läßt sich die dreieckige Stange *h* in ausgiebigem Maße vertikal verschieben und mittels der Schraube *i* in beliebiger Lage festklemmen. Die Stange *h* trägt oben den horizontalen Arm *l*, in dem senkrecht über der oberen Öffnung des Kastens *b* der analysierende Nicol *g* sitzt, der sich beliebig herausnehmen und wieder einsetzen und um einen ganzen Kreisumfang drehen läßt. Der Betrag der Drehung kann an einer Kreisteilung auf *l* abgelesen werden. Unmittelbar über der oberen Öffnung des Kastens *b* befindet sich der drehbare Objekttisch *c*, der gleichfalls mit einer Kreisteilung versehen ist

und der dieselbe Konstruktion zeigt wie die Drehtische an für mineralogische Zwecke eingerichteten Mikroskopen.

Bei dieser Einrichtung, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, bei der aber das Stück *defn* außer Betracht bleibt, kann man jede kristallographische Untersuchung im parallelen Licht in

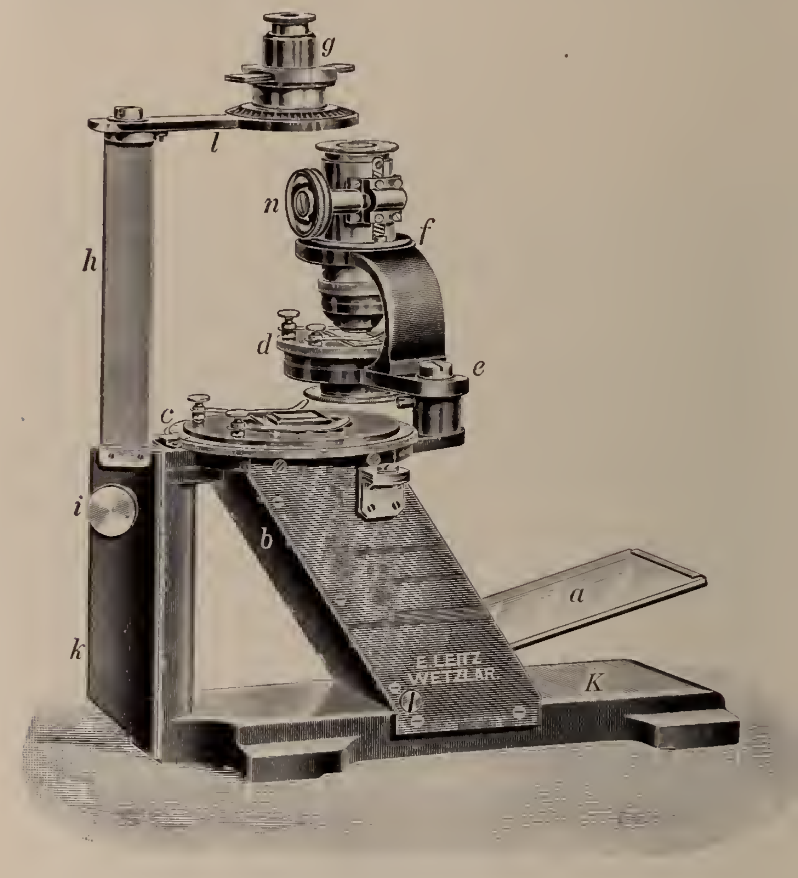


Fig. 1 (für paralleles Licht).

derselben Weise vornehmen, wie mit jedem anderen Polarisationsinstrument. Das dazu nötige Fadenkreuz befindet sich in dem um eine vertikale Achse drehbaren Ring *m* (Fig. 2), der leicht nach Bedarf durch einen Fingerdruck eingeklappt werden kann, so daß er in der Abbildung unsichtbar wird, wie in Fig. 1. Ebenso leicht läßt er sich mittels eines kleinen Knopfs wieder ausschalten. Die für das Auge des Beobachters geeignete Höhe des Analysators *g*

über dem Objekttisch wird leicht durch eine Verschiebung der Stange *h* festgestellt.

Das Besondere des vorliegenden Instruments besteht nun darin, daß die sämtlichen für die Beobachtung im k o n v e r g e n t e n Licht erforderlichen Linsen zusammen in dem Metallstück *defn* gefaßt sind. *d* ist der zugehörige Kristallträger, der sich unmittelbar

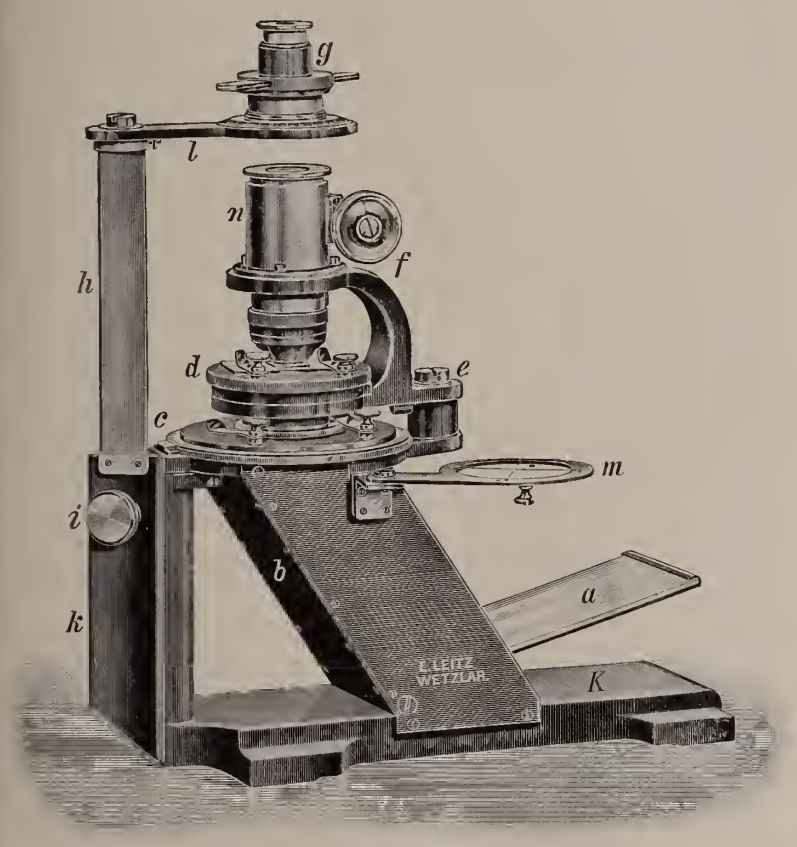


Fig. 2 (für konvergentes Licht).

über dem unteren Linsensystem, dem Kondensor, dreht. Über dem Kristallträger läßt sich das obere Linsensystem bei *n* (Fig. 2) durch Zahn und Trieb beliebig heben und senken. In ihm befindet sich das zugehörige, diagonal gestellte Fadenkreuz, an dessen einem Faden eine Einteilung angebracht ist. Das ganze Stück *defn* läßt sich mit den sämtlichen Linsen und dem damit verbundenen Kristallträger um die vertikale Achse bei *e* hin- und herdrehen, so daß die Linsen durch einen Fingerdruck bequem in den Gang

der Lichtstrahlen eingeschaltet und daraus wieder entfernt werden können.

Will man nun im parallelen Licht beobachten, so dreht man das Stück *defn* nach der Seite und, wenn nötig, das Fadenkreuz *m* nach innen (Fig. 1). Man legt dann das Objekt auf den Kristallträger *c* und kann nun in der bekannten Weise einfache und doppelte Lichtbrechung, sowie Zirkularpolarisation beobachten, den Betrag der letzteren messen etc. $\frac{1}{4}$ λ-Glimmerplatten, Platten mit Rot I. Ordnung, Keile und andere Nebenapparate lassen sich bequem unter dem oberen Nicol *g* in den Gang der Lichtstrahlen einschalten. Die Stange *h* wird soweit verschoben, bis das Fadenkreuz *m*, das in Fig. 1 eingeklappt und daher unsichtbar ist, vollkommen deutlich erscheint, und in dieser Stellung mittels der Schraube *i* festgeklemmt.

Für die Beobachtung im konvergenten Licht (Fig. 2) wird das Fadenkreuz *m* entfernt und das Stück *defn* nach einwärts gedreht, bis die Arretierung erreicht ist. Dann liegt der Objekttisch *d*, auf den jetzt der Kristall gebracht wird, genau über der Austrittsöffnung des polarisierten Lichts aus dem Kasten *b*. Die richtige Höhe des oberen Nicols *g* über dem Objekttisch, bei dem das Fadenkreuz deutlich gesehen wird, läßt sich ebenfalls wieder durch eine Verschiebung der Stange *h* sehr einfach fixieren. Die Beobachtung der Interferenzfiguren und ihrer Veränderung, sowie die Messung des Achsenwinkels nach der Schwarzmann'schen Methode und alles andere Hierhergehörige vollzieht sich dann genau in derselben Weise wie bei anderen Polarisationsinstrumenten für konvergentes Licht. Auch hier lassen sich die Nebenapparate, $\frac{1}{4}$ λ-Platten, Keile etc., leicht unter dem Nicol *g* in geeigneter Weise anbringen.

Es geht aus dem Erwähnten wohl zweifellos hervor, daß es jedenfalls zurzeit keine bequemere Einrichtung gibt, um ein Polarisationsinstrument für paralleles Licht in ein solches für konvergentes umzuwandeln und umgekehrt. Das Instrument in der vorliegenden Form ist zunächst als ein solches für Übungen mit Studenten gedacht. Es ließe sich aber natürlich leicht in ein solches umwandeln, das für alle, auch die feinsten Messungen, geeignet ist. Dann wäre aber wohl der Glasplattensatz durch einen polarisierenden Nicol zu ersetzen, was jedoch den Preis erhöhen würde. Aus diesem Grunde wurde zunächst davon abgesehen.

Beiträge zur Petrographie der Basalttuffe des Habichtswaldes bei Cassel.

Von **Arthur Berns** aus Elberfeld.

(Schluß.)

10. Hornblende-Augit.

Nicht selten kommt Hornblende in grobkristallinen, mehr als faustgroßen, grauschwarzen Ausscheidungen mit rhombischem und monoklinem Augit zusammen vor.

Die braune Hornblende ist durch ihren starken Pleochroismus sowie durch ihre Spaltbarkeit in basischen Schnitten leicht von den übrigen Gemengteilen zu unterscheiden. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt 15—16°. Mit Augit ist sie meist innig verwachsen und zeigt in einem der Präparate durch winzige dunkle Partikelchen gleichmäßige Trübnng. Auch hier finden sich in der Hornblende mitunter kleinere Blättchen jenes dunkelbraunen, undurchsichtigen und nur schwach auf das polarisierte Licht einwirkenden, bereits oben (p. 497) erwähnten Minerals, dessen Natur nicht näher bestimmt werden konnte. U. d. M. lassen sich die beiden Pyroxene im gewöhnlichen Licht nicht unterscheiden. Sie sind meist blaßgrün mit merklichem Pleochroismus nach Rötlichbraun. Eine Unterscheidung wird erst im polarisierten Licht möglich. Der rhombische Augit herrscht an Menge gegenüber dem monoklinen weitaus vor. Vereinzelt werden im rhombischen Augit schmale, lauggestreckte, farblose Nädelchen beobachtet, deren mineralogische Natnr wegen ihrer Feinheit schwer zu entscheiden ist. Sie sind unter sich parallel nach zwei Richtungen unter einem Winkel von ca. 65° angeordnet. Ihre Neigung zu den Spaltungsrissen beträgt ca. 15°. Körnchen von Magneteisen werden selten im Augit wahrgenommen. Sehr häufig zeigen rhombischer wie monokliner Augit die Erscheinung des sogen. körnigen Angegriffenseins, wie sie u. a. Rinne[1] in protogenen Olivin-Augitmassen aus norddeutschen Basalten und Schwantke[2] in derartigen Ausscheidungen aus dem Tuff des Hohen Berges bei Ofleiden erwähnen. Charakteristisch für den vorliegenden Fall ist, daß die angegriffene Zone nur Olivinkörner erkennen läßt. Diese sind nicht selten rotbraun verwittert. Öfter treten in der Hornblende Anhäufungen kleiner Olivinkörner auf, die sich schnurförmig durch dieselbe hindurchziehen. Auch diese werden einer solchen angegriffenen Zone angehören, zumal da man hin und wieder noch Reste frischen Pyroxens erkennen kann. Kleinere unregelmäßige Augitflecke treten mitunter in Hornblendeschnitten auf und lassen

[1] l. c. I. p. 15 und 27.
[2] l. c. p. 486.

an der gleichzeitigen Auslöschung die Zugehörigkeit zu demselben Individuum erkennen. Derartige mikropegmatitische Verwachsungen von Augit und Hornblende werden des öfteren beobachtet. Hin und wieder tritt auch Biotit auf, der dann gleichfalls mit Hornblende verwachsen ist. Apatit nimmt nicht selten eine Größe bis zu 0,3 × 0,5 mm an. Magneteisen wird spärlich beobachtet.

11. Feldspat-Ägirinaugit-Skapolith; akzessorisch Titanit.

Die hier zusammengefaßten Ausscheidungen sind feinkristallin. Von ihrer wesentlich durch den Feldspat bedingten hellen Farbe heben sich dunkle Flecken von Ägirinaugit ab. Das makroskopische wie mikroskopische Bild wechselt je nach dem Vorherrschen der einzelnen Komponenten. Oft ist der Feldspat der Hauptgemengteil, oft tritt er an Menge zugunsten des Skapolith stark zurück. Mittelgroße Körner von Skapolith liegen oft dicht beieinander und schlängeln sich zwischen den Feldspatindividuen hindurch. Zu diesen farblosen Gemengteilen gesellt sich der Ägirinaugit. Seine Menge wechselt in den einzelnen Ausscheidungen gleichfalls. Oft sind es wenige große Individuen mit kristallographischer Begrenzung in der Prismenzone, oft treten neben ihnen in größerer Menge kleinere vollkommen unregelmäßige Körner auf. Sie sind dann einzeln im ganzen Handstück verteilt oder auch durch mehr oder weniger dichtes Aneinanderlagern reihenförmig angeordnet.

Der Feldspat ist stets Plagioklas. Seine meist sehr feine und scharfe Zwillingslamellierung ist auch hier oft schon im gewöhnlichen Licht zu erkennen. Das Auskeilen der Zwillingslamellen wird verhältnismäßig selten beobachtet. Neben Flüssigkeitseinschlüssen sind im Plagioklas oft feine Nädelchen von Apatit eingeschlossen. Der stets in unregelmäßigen Körnern auftretende, schwach lichtbrechende, vollkommen farblose und durchsichtige Skapolith unterscheidet sich von dem Plagioklas durch gänzliches Fehlen von Zwillingslamellen, durch die höhere Doppelbrechung und die rechtwinklige Spaltbarkeit, die jedoch meist nur wenig deutlich ist. Im konvergenten Licht kann man häufig die Interferenzfigur negativer einachsiger Kristalle beobachten. Einschlüsse finden sich in ihm nicht. Jedoch ist vom Rande aus oft eine Umwandlung zu beobachten. Eine meist schmale, mitunter aber auch weit ins Innere vordringende, schmutziggraue, vollkommen trübe und undurchsichtige Zone hat sich gebildet. Der stark pleochroitische Ägirinaugit zeigt nicht selten eine Auslöschung bis zu 41^{0}. Außerdem tritt in allen Präparaten, wenn auch in geringer Menge, Titanit auf. In stets allotriomorphen Individuen findet sich hin und wieder Quarz. Er ist stets klar und durchsichtig und öfter von Scharen von Flüssigkeitseinschlüssen durchzogen. Im gewöhn-

lichen Licht ist er leicht mit Skapolith zu verwechseln. Von diesem unterscheidet er sich aber außer durch die niedrigeren Interferenzfarben und das Fehlen jeglicher Spaltbarkeit in basischen Schnitten durch den optischen Charakter. Vielfach treten Zirkonkristalle auf, die nicht selten eine Größe von 0,08 × 0,20 mm annehmen, und die, wie der in keiner der untersuchten Ausscheidungen fehlende Apatit, häufig im Feldspat eingeschlossen sind.

12. Skapolith-Granat-Augit.

In dem Dünnschliff eines Tuffstückes vom Artillerieweg am Südabhang des Hohen Baum fand sich eine kleine Urausscheidung, die der Hauptsache nach aus der MineralkombinationSkapolith-Granat-Augit besteht und nur nebenher einige Quarzkörnchen aufwies.

U. d. M. lassen sich die Hauptgemengteile schon im durchfallenden Licht an ihrer verschiedenen Färbung leicht voneinander unterscheiden. Der Skapolith ist stets farblos und klar, der Granat blaßrosa gefärbt, während der Augit meist einen schwachen Stich ins Grüne zeigt.

Die stets unregelmäßig begrenzten Granatkörner sind oft zu größeren Partien zusammengehäuft. Nur selten liegt dann ein Skapolith- oder Augitkristall zwischen ihnen. An anderen Stellen tritt Skapolith an Menge hervor. Augit und Granat dicht nebeneinanderliegend ziehen sich durch solche Skapolithanhäufungen hindurch.

Der Skapolith zeigt dieselbe Ausbildung wie in den oben beschriebenen Stücken. Auch hier ist er im durchfallenden Licht an jenem schmutziggrauen, vollkommen undurchsichtigen Saum zu erkennen. Der stets einschlußfreie und vollkommen isotrope Granat zeigt häufig unregelmäßige Risse. Über den blaßgrünen, schwach dichroitischen Augit ist nichts Besonderes zu bemerken. Der Quarz ist stets wasserklar und enthält mitunter kleinere Flüssigkeitseinschlüsse. Apatit und Zirkon fehlen auch hier nicht.

b) Tuffmasse des Kuhberges.

Die aus dem Tuffbruch im Druseltal am Nordabhang des Kuhberges gesammelten protogenen Gebilde seien wie folgt eingeteilt: Ausscheidungen von vorwiegend

1. Feldspat,
2. Olivin,
3. Augit,
4. Hornblende-Augit,
5. Chromdiopsid-Olivin-Biotit,
6. Feldspat-Ägirinaugit-Titanit,
7. Feldspat-Ägirinaugit-Titanit-Skapolith.

1. Feldspat.

Auch aus diesem Aufschluß liegen einige vorwiegend aus Feldspat bestehende Ausscheidungen vor, die mitunter dunkle Flecken von Augit aufweisen. Eine dieser von einer festen Tuffrinde umgebenen Ausscheidungen zeigt an der Grenze von Feldspat und Tuff keinerlei Veränderung. Nur stellenweise dringt das Aschenmaterial zwischen einzelnen Individuen oder auf Sprüngen durch dieselben auf kurze Erstreckung in die Feldspatmasse ein.

Der Feldspat ist ein Plagioklas mit zahlreichen und deutlichen Zwillingslamellen oft nach dem Albit- und Periklingesetz. Die Lamellen sind häufig schon im gewöhnlichen Licht zu erkennen und keilen sich nicht selten aus. Öfter finden wir größere Feldspatindividuen von einem Haufwerk kleinerer Körner derselben Substanz umgeben. Vereinzelt tritt Augit in größeren unregelmäßigen Individuen auf. Er ist blaßgrün wie der Pyroxen des die Ausscheidung umgebenden Tuffes, zeigt aber zum Unterschied von jenem keine Schlacken- und Glaseinschlüsse. Der schon im durchfallenden Licht durch sein höheres Relief deutlich von dem Feldspat zu unterscheidende, verhältnismäßig häufig auftretende Apatit zeigt nicht selten Individuen von $0{,}3 \times 0{,}6$ mm.

Bei anderen, sehr feinkristallinen Ausscheidungen nimmt der Plagioklas die Gestalt kleiner unregelmäßiger Körner an, deren Zwillingslamellierung meist nur schwach angedeutet ist. Niedere Interferenzfarben und gerade Auslöschung des Augit deuten hier mitunter auf rhombischen Pyroxen. Vereinzelt wurde Titanit in z. T. spitzrhombischen Formen beobachtet. Apatit fehlt auch hier nicht. Häufig tritt netzartig ein hellgraues Infiltrationsprodukt auf, das bei größerer Ausdehnung zwischen gekreuzten Nicols winzige Interferenzkreuze erkennen läßt.

2. Olivin.

Reichlicher als in dem Bruch an der Teufelsmauer finden sich in diesem Aufschluß Olivinknollen, oft mit einer dünnen Basaltrinde umgeben[1]. Um einen frischen grünen Kern zeigen diese Knollen oft eine rotbraune Verwitterungszone. Die untersuchten Olivinknollen sind als protogene Gebilde anzusprechen. Das mikroskopische Bild ist durch die Arbeiten von M. Bauer[2] sowie durch die von Rinne[3] u. a. hinlänglich bekannt, weshalb an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen sei. Ein übersichtliches Verzeichnis der Fundorte der so weit verbreiteten Olivinbomben sowie eine

[1] Vergl. hierzu die Olivinbomben vom Kuhberg: Rinne, l. c. II. p 76.

[2] M. Bauer, Der Basalt vom Stempel bei Marburg. N. Jahrb. f. Min. etc. 1891. II. p. 156.

[3] Rinne, l. c. I. p. 19 und II. p. 75.

Zusammenfassung der Literatur zur Frage dieser Ausscheidungen findet sich neuerdings in einer Abhandlung von SCHADLER[1].

3. Augit.

Eine dunkelblaugraue, feinkristalline Ausscheidung zeigt als einzigen Gemengteil einen blaßgrünlichen, schwach dichroitischen monoklinen Augit, der in kristallographisch mehr oder weniger deutlich begrenzten Individuen auftritt. Neben Zwillingsbildung nach der Querfläche wird mitunter eine solche nach der Basis beobachtet. Die Auslöschungsschiefe beträgt mitunter 32°. Oft enthält der Augit Glas- oder Schlackeneinschlüsse, von denen er häufig förmlich überladen ist. Nicht selten sind diese nur in einer randlichen Zone angeordnet. Erz tritt nur in geringer Menge in ihm auf. Aderförmig dringt in die Ausscheidung ein braunes, basaltisches Glas ein, das bisweilen schlauchförmige Einbuchtungen in die Augite zeigt. Die schmalen Schlieren dieses Glases erweitern sich mitunter. Plagioklas und Augit sind dann als Ausscheidungen in ihm zu erkennen. Der Feldspat herrscht an Menge vor und weist mitunter Zwillingsbildung auf. Die langprismatischen, mehr oder weniger breiten Individuen enthalten oft parallel der Prismenkante Streifen jenes braunen Glases eingelagert. Um die Plagioklase zeigt das Glas meist einen schmalen dunklen Rand, der erst allmählich in das gleichmäßige Braun übergeht. Mitunter sind einige schmale Plagioklasindividuen divergentstrahlig angeordnet. Die Augite sind meist klein und gleichen denen der Urausscheidung.

4. Hornblende und Augit.

Zwei weit über faustgroße tief blauschwarze Urausscheidungen lassen makroskopisch glänzende Spaltungsflächen von Hornblende erkennen.

U. d. M. erweisen sich beide Ausscheidungen als meist innige Verwachsung von Hornblende und monoklinem Augit. An der dunkelbraunen, stark pleochroitischen, an Menge gegen den Augit etwas hervortretenden Hornblende wurden Auslöschungsschiefen bis zu 14,5° gemessen. Von dem braunen Amphibol hebt sich der blaßgrüne, schwach dichroitische Augit deutlich ab. Zwillinge werden selten an ihm beobachtet. Oft ist er von unregelmäßig verteilten Schlackeneinschlüssen angefüllt. Auslöschungsschiefen wurden bis 39° beobachtet. Nicht selten liegen unregelmäßige Lappen von Hornblende im Augit oder auch helle Augitflecken in der dunkelbraunen Hornblende. Gleichmäßige Auslöschung der eingewachsenen Partien läßt ihre Zugehörigkeit zu ein und dem-

[1] SCHADLER, TSCHERM. Min.-petr. Mitt. **32**. 1914. p. 508.

selben Individuum erkennen. Derartige mikropegmatitische Verwachsungen von Pyroxen und Amphibol werden neben poikilitischer oft beobachtet. Hin und wieder findet man Amphibol und Pyroxen in Parallelverwachsung miteinander. Hornblende und Augit der einen Ausscheidung sind, wie bereits makroskopisch zu erkennen, von mehr oder weniger großen Poren durchsetzt. Diese sind, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, nicht selten durch klaffende Spalten miteinander verbunden. Auf diesen Hohlräumen hat sich eine sehr feinradialfaserige, chloritische Substanz von grünlichgelber Farbe abgesetzt. Im polarisierten Licht zeigt sie meist undeutliche Interferenzkreuze.

5. Chromdiopsid-Olivin-Biotit.

Eine faustgroße, von einer schlackigen Basaltrinde umgebene, wesentlich aus smaragdgrünem Chromdiopsid bestehende Ausscheidung läßt makroskopisch größere Anhäufungen von Biotit erkennen. Mikroskopisch tritt zu diesen Gemengteilen noch Olivin und mitunter ein schwach gelbes, isotropes Glas ohne irgendwelche Ausscheidungen.

Kristallographische Formen kommen dem blaßgrünen, kaum dichroitischen Chromdiopsid nicht zu. Er zeigt mitunter eine Auslöschungsschiefe von 31° zu meist deutlichen Spaltungsrissen. Oft enthält er in großer Menge Flüssigkeitseinschlüsse, die ihn bandförmig durchziehen. Auch unregelmäßige Schlackeneinschlüsse treten häufig in ihm auf. Der stets vollkommen klare, an Menge gegen den Chromdiopsid weit zurücktretende Olivin zeigt im Dünnschliff meist die für ihn typischen Kristallformen. Während die isotrope Glassubstanz keinerlei Einwirkungen auf den Chromdiopsid erkennen läßt, hat sie den Olivin stark korrodiert und dringt vom Rande aus schlauchförmig in denselben ein. Im Gegensatz zum Chromdiopsid enthält der Olivin oft in größerer Menge Magneteisen. Hin und wieder ist er im Chromdiopsid eingewachsen. Der stark pleochroitische, oft in größeren Anhäufungen auftretende Biotit zeigt neben rechteckigen Längsschnitten mit deutlicher Spaltbarkeit auch vollkommen unregelmäßige Formen. Häufig sind dünne Lamellen braunen und grünen Magnesiaglimmers nach der Basis miteinander verwachsen. Chlorit sind die grünen Lamellen nicht.

6. Feldspat-Ägirinaugit-Titanit.

Eine grobkristalline, wesentlich aus Feldspat, Ägirinaugit und Titanit bestehende Ausscheidung ist durch die Anordnung der farbigen und farblosen Gemengteile hell und dunkel gefleckt. Mitunter beobachtet man schon makroskopisch Anhäufungen des einen oder anderen dieser Gemengteile.

Der klare, meist breittafelige Feldspat ist ein Plagioklas, zuweilen mit Zwillingsbildung nach dem Albit- und Periklingesetz. Die Zwillingslamellen zeigen auch hier oft die Erscheinung des Auskeilens. Mitunter sind kleine unregelmäßige Plagioklaskörner zu einem Aggregat verwachsen. Bandförmig angeordnete und mitunter schlauchförmige Flüssigkeitseinschlüsse werden in ihnen beobachtet. Der grasgrüne, stark pleochroitische Ägirinaugit zeigt neben deutlicher Spaltbarkeit oft vollkommen unregelmäßige Sprünge. Die Auslöschungsschiefe wurde bis 38,5^0 gemessen. Kristallographische Begrenzung ist nur selten angedeutet. Flüssigkeitseinschlüsse ziehen sich häufig in Streifen durch die einzelnen Individuen hindurch. Der gelblichbraune, oft deutlich pleochroitische, spitzrhombische oder vollkommen unregelmäßig begrenzte Titanit ist, wie in den entsprechenden Ausscheidungen aus der Teufelsmauer, nicht selten von einzelnen Körnern von Ägirinaugit umgeben. Unvollkommene Spaltbarkeit ist auch hier oft durch gröbere Risse angedeutet. Apatit ist häufig zu finden. Auch Magneteisen tritt untergeordnet auf.

7. Feldspat-Ägirinaugit-Titanit-Skapolith.

Im Handstück wie u. d. M. gleichen der eben betrachteten Ausscheidung zwei weitere protogene Gebilde, die außer den angegebenen Gemengteilen noch Skapolith führen.

Plagioklas und Titanit weisen keine Besonderheiten auf. In dem grasgrünen Ägirinaugit, der hier nicht selten eine Auslöschung von 43,5^0 beobachten läßt, findet man mitunter ungemein feine, auch wohl etwas breitere, unter sich parallele, schwarze stabförmige Mikrolithe. Die meist nach zwei Richtungen unter sich parallel angeordneten Stäbchen schneiden sich unter einem Winkel von 75^0 und bilden mit den Spaltungsrissen einen solchen von etwa 15^0. Der Skapolith zeigt dieselbe Erscheinungsweise wie in den Ausscheidungen aus der Teufelsmauer. Auch hier ist er randlich meist stark getrübt. In der einen der vorliegenden Ausscheidungen dieser Art, in der der Skapolith an Menge sehr zurücktritt, ist diese Trübung besonders weit vorgeschritten. Nur kleine Reste der ursprünglichen wasserklaren Substanz liegen in dem tiefgrauen, vollkommen undurchsichtigen Umwandlungsprodukt und sind an ihrer hohen Interferenzfarbe zu erkennen. Eisenerz tritt gern in unregelmäßigen Lappen zwischen den einzelnen Ägirinaugiten auf. Apatit fehlt auch hier nicht.

Zweifellos würde sich die Reihe der aus beiden Brüchen beschriebenen Urausscheidungen noch weiter vervollständigen lassen. So erwähnt Rinne[1] z. B. aus dem Basalttuff an der Teufelsmauer

[1] l. c. II. p. 75.

noch eine große, etwas bröcklige Hornblende-Biotitbombe. Die Reihe dieser Ausscheidungen weiter fortzusetzen, soll aber nicht Aufgabe dieser Arbeit sein. Es sollte vielmehr gezeigt werden, wie mannigfach in ihrer Zusammensetzung, sowohl in der Kombination der einzelnen Mineralien, als in der Häufigkeit der einzelnen Komponenten, die Urausscheidungen im Tuff selbst eines und desselben Aufschlusses wechseln können.

Mineralogisches Institut dar Universität Marburg i. Hessen.

Studien über Asterismus.

Von **Paul Kaemmerer** in Dresden.

Mit 22 Textfiguren.

Die folgenden Darlegungen schließen sich an die von E. Kalkowsky veröffentlichte Abhandlung über opaleszierenden Quarz[1] an. Ein großer Teil dieser Abhandlung beschäftigt sich mit der Ursache des Asterismus, die auch die Ursache der Opaleszenz ist. „Asterismus wird durch Reflexion und Beugung einfallenden Lichtes an Dingen irgendwelcher Art, die kristallographisch geordnet in ihrem Wirte stecken, hervorgerufen[2]." Hypomikroskopische (ultramikroskopische) nadelförmige Dinge, die E. Kalkowsky „Asteriten" nennt, sind es, die den Asterismus des opaleszierenden Quarzes bewirken. Es wird zwischen Epasterismus und Diasterismus unterschieden, je nachdem der Asterismus im auffallenden oder durchfallenden Lichte beobachtet wird. Die Lichterscheinung als solche wird Aster genannt (Epaster oder Diaster). Ihre einzelnen kurvenartigen Teile heißen Asterstrahlen oder Asterkurven (a. a. O.).

1. Asterkurven an planparallelen Platten von brasilianischem Rosenquarz.

E. Kalkowsky hat die Asterkurven des opaleszierenden Quarzes eingehend beschrieben[3]. Zum Beispiel erscheinen an einer Reihe von planparallelen Platteu aus brasilianischem Rosenquarz, wenn man sie dicht vors Auge bringt und eine Lichtquelle fixiert, in der Hauptsache drei je nach der Orientierung der Platte und der Einfallsrichtung des Lichtes verschieden gestaltete Asterkurven, die sich im Bilde der Lichtquelle Q durchschneiden. Unter den

[1] E. Kalkowsky, Opaleszierender Quarz. Zeitschr. f. Krist. **55**. p. 23 —50. 1915.

[2] a. a. O. Abschnitt II.

[3] a. a. O. Abschnitt IV.

einzelnen Fällen treten fünf Haupttypen deutlich hervor. Erstens bemerkt man den eigentlichen „Aster“, einen von drei Geraden gebildeten regelmäßigen sechsstrahligen Stern (Fig. 1 a). Dreht man eine Platte, die diese Erscheinung zeigt, beliebig, so sieht man die Strahlen des Sterns sich krümmen. Dies kann so weit gehen, daß sie sich zum zweiten Male in einem Punkt schneiden. Dann hat man den zweiten Typus (Fig. 1 b). Die dritte Hauptform ist die, daß eine der drei Kurven geschlossen ist, während die beiden andern sich zweimal auf ihr schneiden (Fig. 1 c). Viertens kommt der Fall vor, daß sich eine der Kurven zu einem „Punkt“

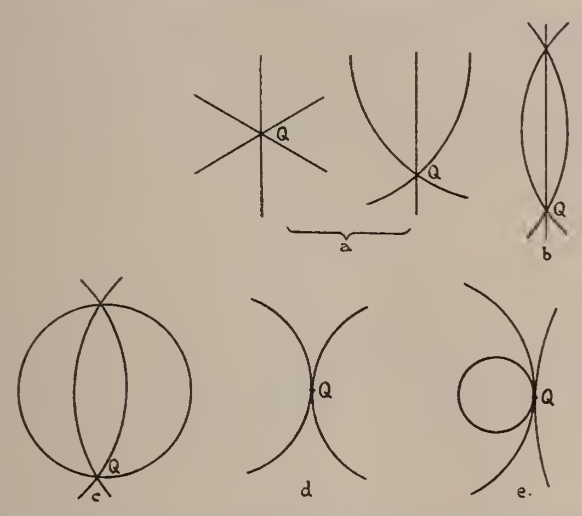


Fig 1. Die typischen Gestalten der Asterkurven in brasilianischem Rosenquarz. Q Bild der Lichtquelle.

zusammenzieht, durch den die beiden andern hindurchgehen (Fig. 1 d). Endlich fünftens kann man beobachten, daß alle drei Kurven durch einen Punkt gehen, in dem sie einander berühren (Fig. 1 e).

Es erhob sich die Frage, ob es nicht möglich sei, durch irgendwelche Annahmen über Orientierung und Art der Asteriten wenigstens annähernd zu einer formelmäßigen Darstellung der Lichtkurven zu gelangen. Genau genommen sind diese ohne Zweifel transzendent. Jedoch bietet es außerordentliche Schwierigkeiten, alle mitwirkenden Ursachen in die Rechnung einzubeziehen. Zu beachten war, daß bei der Kleinheit der Teilchen neben der Reflexion auch die Beugung des Lichtes in Betracht kommt. Die Doppelbrechung im Quarz sowie die Dispersion konnten zunächst wegen ihrer geringen Größe unberücksichtigt bleiben. Über die Natur der reflektierenden Teilchen konnte nur

die Annahme gemacht werden, daß sie wie sehr kleine spiegelnde Kreiszylinder wirken und einfachbrechende Körper sind. E. Kalkowsky[1] ist zu der Anschauung gekommen, daß sie „intermolekulare Hohlräume“ seien.

Im folgenden soll über die auf dieser Grundlage erhaltenen Resultate berichtet werden.

Für die Überlassung von mehreren planparallelen Platten aus brasilianischem Rosenquarz zum Vergleich von Rechnung und Beobachtung sei auch an dieser Stelle Herrn Geheimen Hofrat Prof. Dr. Kalkowsky ergebenst gedankt.

2. Reflexion und Brechung des Lichtes durch einen sehr dünnen einfachbrechenden Kreiszylinder.

A. Theoretisches. Wenn ein sehr dünner spiegelnder Kreiszylinder gegeben ist, so kann man alle möglichen Grenzebenen (Tangentialebenen), die für Reflexion des Lichtes in Betracht

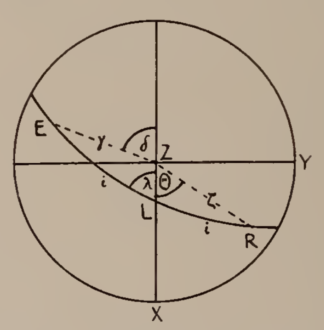


Fig. 2. Zur Ableitung der Gleichung des Kegels der reflektierten Strahlen.

kommen, als annähernd durch eine Gerade, die Zylinderachse hindurchgehend, ansehen. Alle möglichen Einfallslote liegen dann in einer zur Zylinderachse senkrechten Ebene, und alle möglichen Einfallsebenen bei bestimmter Einfallsrichtung des Lichtes bilden ein Büschel mit der Einfallsrichtung als Achse.

Wird ein solcher Zylinder von einem Bündel paralleler Strahlen von bestimmter Richtung getroffen, so treten alle möglichen Reflexionen gleichzeitig ein und die reflektierenden Strahlen bilden einen Kegel. Dessen Gleichung soll zunächst bestimmt werden.

In Fig. 2 ist in einer stereographischen Projektion dargestellt die Einfallsrichtung E des Lichtes und das Einfallslot L für irgend-

[1] a. a. O. Abschnitt VII.

eine Grenzebene. E und L bilden den Winkel i miteinander und bestimmen die Einfallsebene e, in der sich auch, ebenfalls um i von L abstehend, der reflektierte Strahl R befindet. Die Y-Achse des Koordinatensystems XYZ stellt die Richtung der Zylinderachse dar, die XZ-Ebene ist die Ebene der Einfallslote. Die Ebenen EZ und RZ bilden mit der XZ-Ebene die Winkel δ und Θ. Der Winkel ZE wird mit γ, der Winkel ZR mit ζ und der Winkel zwischen der XZ-Ebene und der Einfallsebene mit λ bezeichnet.

Aus Dreieck ELZ folgt:

$$\text{I.} \qquad \sin i \,.\, \sin \lambda = \sin \gamma \,.\, \sin \delta,$$

aus Dreieck RLZ:

$$\text{II.} \qquad \sin i \,.\, \sin \lambda = \sin \zeta \,.\, \sin \Theta.$$

Aus I und II ergibt sich:

$$\sin \gamma \,.\, \sin \delta = \sin \zeta \,.\, \sin \Theta.$$

Führt man nach den Formeln

$$\begin{aligned} x &= r \,.\, \sin \zeta \cos \Theta \\ y &= r \,.\, \sin \zeta \sin \Theta \\ z &= r \,.\, \cos \zeta \\ r^2 &= x^2 + y^2 + z^2 \end{aligned}$$

rechtwinklige Koordinaten ein, so erhält man als Gleichung des Kegels der reflektierten Strahlen:

$$\text{III.} \qquad (x^2 + z^2) \sin^2 \delta \sin^2 \gamma - y^2 (1 - \sin^2 \delta \sin^2 \gamma) = 0.$$

Da aus dem Dreieck RYZ

$$\cos YR = \sin \zeta \sin \Theta$$

folgt, so gilt auch, wenn $YR = \varepsilon$ gesetzt wird, nach I bis III

$$\text{IV.} \qquad (x^2 + z^2) \cos^2 \varepsilon - y^2 \sin^2 \varepsilon = 0.$$

Diese Gleichung stellt einen Kreiskegel mit der Achse Y und dem Öffnungswinkel 2ε dar.

Man kann dieses Resultat in dem Satze aussprechen:

Fällt auf einen sehr dünnen reflektierenden Kreiszylinder ein Bündel paralleler Lichtstrahlen ein, die mit der Zylinderachse den Winkel ε bilden, so entsteht ein Kreiskegel von reflektierten Strahlen, dessen Achse die Zylinderachse und dessen Öffnungswinkel 2ε ist.

Es gibt demnach eine unendliche Zahl von Einfallsrichtungen, die denselben Reflexionskegel hervorbringen, nämlich alle die, die den Winkel ε mit der Zylinderachse bilden, also selbst auf einem dem Reflexionskegel

kongruenten, bezüglich der XZ-Ebene symmetrisch gelegenen Kegel liegen.

Schreibt man dem Zylinder den Brechungsindex n zu, so

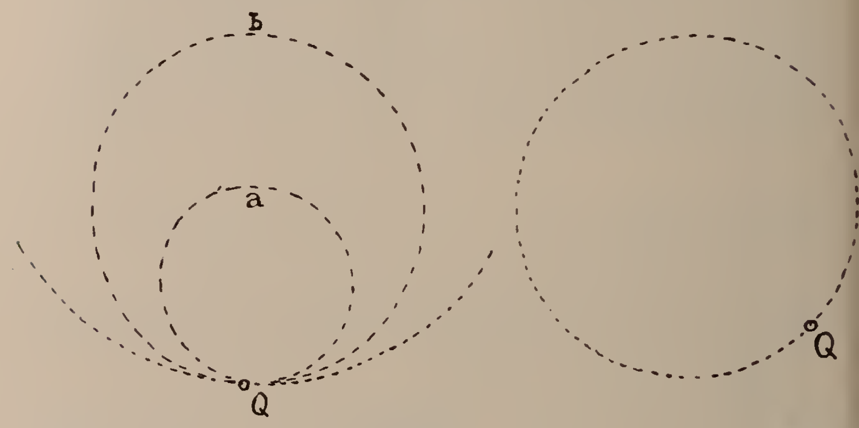


Fig. 3. Reflexe einer unendlich fernen Lichtquelle Q an einer Nadel bei verschiedenem Einfallswinkel.

Fig. 4. Wie Fig. 3. Die Nadel liegt schräg seitlich in den Lichtstrahlen.

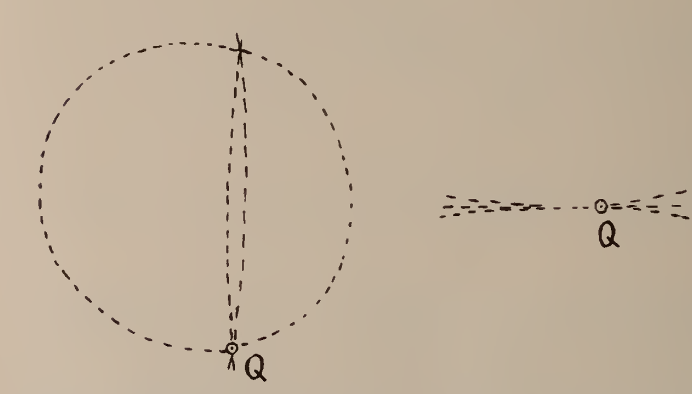


Fig. 5. Reflexe an drei in einer Ebene unter 60° gekreuzten Nadeln. Die Nadelebene fast horizontal.

Fig. 6. Wie Fig. 5. Die Nadelebene vertikal, etwas schräg gegen die Lichtstrahlen. Eine Nadel vertikal.

erhält man auf analoge Weise wie oben die Gleichung eines Kegels der gebrochenen Strahlen

$$(x^2 + z^2)\cos^2\varepsilon - y^2(n^2 - \cos^2\varepsilon) = 0,$$

der ebenfalls ein Kreiskegel mit der Achse Y ist.

Die weitere Untersuchung des aus dem Zylinder austretenden Lichtes zeigt, daß dessen Strahlen im Bereich der hier gemachten Annäherung mit den Strahlen des Reflexionskegels zusammenfallen. Die Hauptwirkung eines der angenommenen Zylinder ist also die Erzeugung des Reflexionskegels IV.

B. Beobachtungen. Um diese theoretischen Betrachtungen etwas zu kontrollieren, wurde folgende Versuchsanordnung gewählt. Eine Lichtquelle wurde durch einen Schirm mit kleiner kreisförmiger Öffnung abgeblendet. Die von der Öffnung ausgehenden Strahlen wurden durch einen Kollimator parallel gemacht. In den Weg der Strahlen wurde als reflektierender Körper eine dünne polierte Metallnadel gebracht. Diese befand sich dicht vor dem Objektiv eines photographischen Apparats, der auf Unendlich eingestellt war. An Stelle der Platte wurde ein durchscheinendes Papierblatt eingefügt, auf dem die erscheinenden Lichtkurven nachgezeichnet wurden. Der direkten photographischen Aufnahme begegneten Schwierigkeiten wegen der Schwäche der Lichtkurven gegenüber dem Hauptbild des Spaltes.

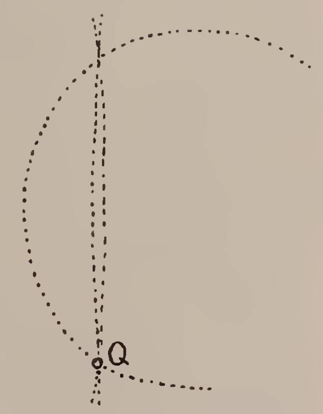


Fig. 7. Reflexe an drei dünnen Glasstäbchen; sonst wie Fig. 5.

Bei einer Nadel, deren Achse in die horizontale Einfallsrichtung des Lichtes gebracht und dann allmählich etwas dagegen geneigt wurde, erschienen bei drei verschiedenen Einfallswinkeln die drei Kurven der Fig. 3 (Q ist das Bild der Lichtquelle). Aus den Konstanten des photographischen Apparats kann man berechnen, daß die Nadel für die Kurve a $4-5^0$, für die Kurve b $8-9^0$ gegen die Lichtstrahlen geneigt war.

Auch eine seitlich schräg in das einfallende Lichtbündel gestellte Nadel gab einen die Erwartungen erfüllenden Reflex (Fig. 4).

Im Hinblick auf die drei beim Quarz auftretenden Lichtkurven wurden noch die Reflexe von drei in einer Ebene unter 60^0 gekreuzten Nadeln untersucht.

Lag dabei die Ebene der drei Nadeln schwach geneigt gegen die Horizontalebene, so erschien das in Fig. 5 wiedergegebene Kurvensystem, dessen Ähnlichkeit mit Fig. 1 c in die Augen fällt.

Stand dagegen die Ebene der Nadeln vertikal, ein

wenig gegen das einfallende Licht gedreht und eine Nadel selbst vertikal, so erhielt man die drei Kurven der Fig. 6. Diese gehören zum Typus 1 b.

An drei sehr dünnen Glasstäbchen ließen sich dieselben Erscheinungen nachweisen, wie sie die drei Nadeln zeigten. So wurde z. B. Fig. 7 erhalten, die der Fig. 5 durchaus entspricht.

3. Beugungserscheinungen.

A. Theoretisches. Die Beugungserscheinungen, die eine Schar von parallelen Stäbchen gibt, kann man annähernd erschließen, wenn man die Beugungserscheinungen der ebenen Gitter in Betracht zieht. Die Schar der Stäbchen kann dann als eine Reihe hintereinander liegender Gitter angesehen werden. Das, was gewöhnlich als charakteristische Gittererscheinungen betrachtet und verwertet wird, die seitlichen Beugungsmaxima bezw. die Beugungsspektren, kommt allerdings hier nicht in Frage, da diese je für jedes folgende Gitter hier an andern Stellen liegen, sich also gegenseitig stören und mischen.

Die Beugungserscheinung an einem Gitter wird zurückgeführt auf die Beugung durch einen rechteckigen Spalt[1]. Man betrachtet gewöhnlich den Fall, daß die Lichtquelle Q und der Punkt P, in dem beobachtet wird, beide unendlich fernliegen (Fraunhofer'sche Beugungserscheinung). Die Seiten des Rechtecks seien der X- und Y-Achse des Koordinatensystems parallel und der Mittelpunkt des Rechtecks sei der Anfangspunkt O. Die lange Rechteckseite sei b. Der Winkel POY sei β, der Winkel $QOY = \varepsilon$, λ die Wellenlänge des benutzten Lichtes.

Es tritt dann eine Beugungserscheinung ein, die quer zur Längsrichtung des Spaltes von Dunkelheitsstellen durchsetzt wird, die der Bedingung genügen:

$$\text{V.} \qquad \cos\beta = \pm \frac{h\lambda}{b} - \cos\varepsilon$$

$$(h = 1, 2, 3 \ldots)$$

Da $\lambda : b$ sehr klein ist, auch für h große Werte nicht in Frage kommen, so folgen diese Dunkelflächen sehr dicht aufeinander, und es erscheint im wesentlichen ein schmaler Lichtraum, der begrenzt wird von den Flächen, die die Bedingung erfüllen:

$$\text{VI.} \qquad \cos\beta = \pm \frac{\lambda}{b} - \cos\varepsilon .$$

Alle die Richtungen β bilden einen Kreiskegel um die Y-Achse. Für jede Einfallsrichtung ε also ergeben sich zwei Kegel, die den lichterfüllten Raum abgrenzen. In einer Ebene, die der Beobach-

[1] Vergl. z. B. P. Drude, Lehrbuch der Optik. p. 199 ff. 1900.

tung in unendlicher Ferne entspricht, z. B. auf der Platte eines auf Unendlich eingestellten photographischen Apparats, müssen die Kegel sich als Kegelschnitte darstellen.

Bei senkrechtem Einfall des Lichtes hat man $\varepsilon = 90^0$ und

$$\cos\beta = \pm \lambda : \mathrm{b}.$$

Diese Richtungen β sind in Kreiskegeln enthalten, deren Öffnungswinkel fast 180^0 ist, da ja $\lambda : \mathrm{b}$ sehr klein ist. Die Lichterscheinung wird ein praktisch geradliniger Streifen parallel der x-Achse sein.

Da $\lambda : \mathrm{b}$ sehr klein ist, kann man das Ergebnis so zusammenfassen:

Ist ε von 90^0 verschieden, so sagt VI, daß ein gekrümmter Lichtstreifen erscheint, der von den Kurven, die VI genügen, begrenzt wird.

Fällt auf einen Spalt paralleles Licht in der Richtung ε gegen die Y-Achse (Längsrichtung des Spaltes), so erfüllt das gebeugte Licht fast genau einen Kreiskegel, dessen Achse die Y-Achse und dessen Öffnungswinkel 2ε ist.

Demnach werden auch alle einfallenden Strahlen, die den gleichen Winkel ε gegen die Y-Achse haben, denselben Beugungskegel mit der Öffnung 2ε hervorbringen.

Nun gibt eine Reihe kongruenter und gleichorientierter Spalten dieselbe Beugungserscheinung wie ein einzelner Spalt, nur mit anderer Intensität[1]. Die obigen Betrachtungen bleiben also für Gitter bestehen. Ferner wirkt nach einem Theorem von Babinet[2] eine Schar von rechteckigen Schirmen ebenso wie in gleicher Weise verteilte rechteckige Öffnungen.

Endlich tritt noch hinzu, daß bei den praktisch herstellbaren Gittern die Gitterstäbe oder die Gitteröffnungen reflektieren und dabei eine zweite Beugungserscheinung auf der der Lichtquelle zugewendeten Seite des Gitters hervorbringen[3]. Diese unterliegt denselben Gesetzen wie die Beugung hinter dem Gitter. Es schließt sich also an einen unter dem Winkel ε gegen die Spaltenrichtung am Gitter reflektierten Strahl ebenfalls ein Beugungskegel an, der den oben geschilderten Beugungskegel hinter dem Gitter zu einem vollen Kreiskegel mit der Öffnung 2ε ergänzt.

Man erhält im ganzen das bemerkenswerte Resultat, daß

[1] a. a. O. p. 203.
[2] a. a. O. p. 204.
[3] Dies wird z. B. bei den von Rowland auf Metall hergestellten Konkavgittern benutzt. Vergl. a. a. O. p. 208.

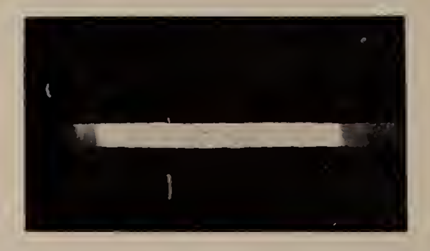


Fig. 8. Beugung des von einem Spalt ausgehenden parallelen Lichtes durch ein Glasgitter bei senkrechtem Einfall.



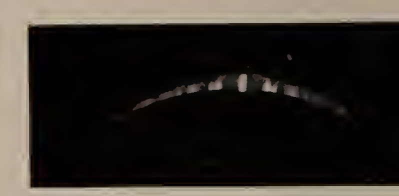


Fig. 9—10. Wie bei Fig. 8 bei einem Einfallswinkel von ca. 70°.





Fig. 11—12. Wie Fig. 8 bei einem Einfallswinkel von ca. 85°. Außer de
Beugung des durchgehenden Lichtes (D) zeigt sich auch die Beugung de
reflektierten Lichtes (R).

die Gestalt der Lichtkurven, die ein ebenes Gitter bei Beleuchtung mit parallelem Licht und bei Beobachtung im Unendlichen liefert, dieselbe ist, wie sie bei der Reflexion an einem dünnen Zylinder auftritt. Der Richtung der Zylinderachse entspricht beim Gitter die Richtung seiner Striche.

In den hier durchgeführten Betrachtungen wurde keine Rücksicht genommen auf die Dunkelkurven, die das Beugungsbild in der Richtung der Gitterstäbe durchziehen und die auch Anlaß zu den bekannten Gitterspektren geben. Diese Erscheinungen kommen hier zunächst nicht weiter in Frage.

Als wichtiges Ergebnis aber ist für das Weitere festzuhalten, daß die Beugungserscheinungen an reflektierenden Stäbchen von den Reflexionserscheinungen überlagert werden[1].

B. Beobachtungen. Zur Bestätigung der Theorie wurden einige photographische Aufnahmen von Beugungserscheinungen an Glasgittern gemacht. Die Versuchsanordnung war: Glühlampe, Spalt, Kollimator, Gitter dicht vor dem Objektiv des auf Unendlich eingestellten photographischen Apparats.

Herrn Hofrat Prof. Dr. Biedermann bin ich zu vielem Danke verpflichtet, da er mir zu diesen Versuchen zwei Gitter von verschiedener Spaltenzahl aus der physikal. Sammlung der Königl. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte.

In Fig. 8 ist zu sehen, wie bei senkrechtem Einfall des Lichtes eine gerade Lichtlinie erscheint. Die Figuren 9 bis 12 sind bei schrägem Einfall erhalten und zeigen Kegelschnitte als Lichtkurven. In Fig. 11 und 12 erkennt man, daß die Beugungserscheinungen vor und hinter dem Gitter (R und D) zu einer kreisförmigen oder elliptischen Kurve zusammenstreben.

Es wurde auch der Versuch gemacht, mit drei hintereinanderliegenden, unter 60^0 gekreuzten Gittern den Figuren 1 entsprechende Bilder zu erhalten. Doch scheiterte dies, außer für 1 a (vergl. Fig. 21), daran, daß wegen der nicht entfernbaren Gitterrahmen das Licht nicht in genügend schräger Richtung durch die Gitter hintereinander gesandt werden konnte.

4. Reflexion und Beugung des Lichtes an räumlichen Systemen paralleler Stäbchen.

A. Ein System. In Abschnitt 2 wurde gefunden, daß, wenn ein dünnes zylindrisches Stäbchen ein Bündel paralleler

[1] E. Kalkowsky hat dies bereits vermutet; a. a. O. Abschn. III, Ende.

Strahlen reflektiert, das zurückgeworfene Licht einen Kreiskegel erfüllt, dessen Achse die Zylinderachse und dessen Öffnungswinkel das Doppelte des Winkels der einfallenden Strahlen gegen die Zylinderachse ist, und daß demnach jeder Strahl, der den gleichen Winkel mit der Achse bildet, auch den gleichen Reflexionskegel erzeugt.

Daraus folgt, daß in einem räumlichen System paralleler Zylinder bei Einfall paralleler Strahlen überall durch die erste und alle folgenden Reflexionen lauter kongruente Reflexionskegel entstehen. Man kann auch sagen: Eine ebene Welle, die unter einem Winkel ε gegen ein System paralleler Zylinder einfällt, wird so reflektiert, daß die reflektierten Wellennormalen einen Kreiskegel bilden, dessen Achse die Richtung der Zylinderachsen und dessen Öffnung 2ε ist.

Da nach Abschnitt 3 die an den Zylindern eintretenden Beugungserscheinungen von den Reflexen überlagert werden, so hat die Beugung weiter keinen Einfluß auf den Inhalt des obigen geometrischen Reflexionssatzes.

B. Drei Systeme. Auf Grund der in Abschnitt 2 erwähnten Beobachtungen an drei in einer Ebene unter 60^0 gekreuzten Stäbchen, die sich mit den Erscheinungen am Rosenquarz gut vergleichen ließen, wird man für diesen mit der Annahme nicht fehlgehen, daß die reflektierenden Körperchen drei Systeme untereinander paralleler Stäbchen bilden, deren Achsen, durch einen Punkt gelegt, einer Ebene angehören und unter 60^0 gekreuzt sind. Sie würden also dieselbe gegenseitige Lage haben wie die drei kristallographischen Horizontalachsen des Quarzes. Zu diesem Resultat war auch E. Kalkowsky durch seine Beobachtungen gekommen [1].

Der Augenschein lehrt, daß die Reflexionserscheinungen an den drei verschiedenen Systemen wesentlich unabhängig voneinander auftreten. Es wird also gestattet sein, um zu einem Überblick der möglichen Erscheinungen zu gelangen, die Systeme ohne gegenseitige Beziehung nebeneinander einzuführen.

Jedes System sei durch seine Achsenrichtung repräsentiert. Die drei Achsen $A_1 A_2 A_3$ mögen durch den Mittelpunkt M einer Kugel gehen. Jeder Kreiskegel, der zu einer Achse gehört, wird auf der Kugel einen Breitenkreis bestimmen von der Breite $90^0 - \varepsilon$, wenn der Kegel die Öffnung 2ε hat. Zu allen drei Achsen gehören also drei Systeme von Breitenkreisen, die auf der Kugel durcheinander laufen.

Man erhält dann einen Überblick über alle möglichen Re-

---

[1] a. a. O Abschnitt VII.

flexionserscheinungen, wenn man in beliebigen Punkten der Kugeloberfläche, die die Normalen einfallender ebener Wellen darstellen, die drei Parallelkreise konstruiert, die sich in ihnen schneiden. Diese entsprechen einem Tripel von Kegeln, auf denen die reflektierten Wellennormalenrichtungen liegen.

Man bemerkt vor allen Dingen, daß im allgemeinen zwei Schnittpunkte der Breitenkreise existieren, die zur Ebene

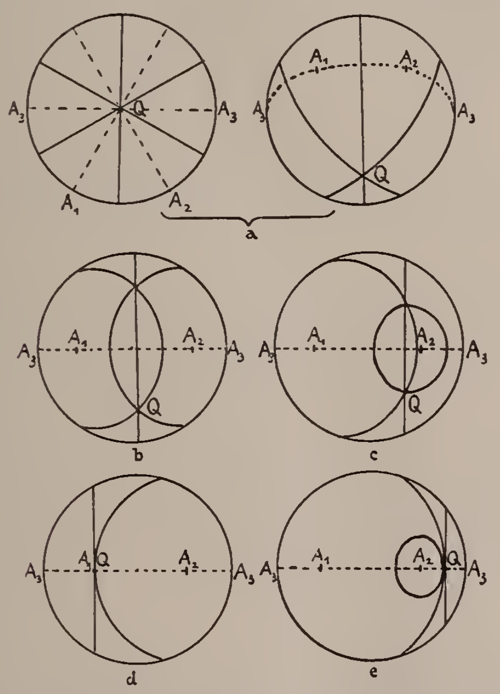


Fig. 13. Kugelprojektionen von typischen Gestalten der Reflexionskegel, die von einer unendlich fernen Lichtquelle Q an drei Systemen von parallelen Stäbchen hervorgebracht werden, deren Richtungen $A_1 A_2 A_3$ in einer Ebene unter 60° gekreuzt liegen.

der Achsen $A_1 A_2 A_3$ symmetrisch liegen und die sich in speziellen Fällen zu einem Punkt vereinigen, nämlich, wenn die erzeugende Wellennormale in die Ebene der Achsen fällt.

In Fig. 13 a—e sind perspektivische Ansichten einer Kugel mit solchen Kegelsystemen dargestellt, die den Lichtkurven der Fig. 1 a—e entsprechen. Man sieht, wie die verschiedenen Typen aus der verschiedenen Lage des einfallenden Strahles Q zur Ebene der drei Achsen $A_1 A_2 A_3$ hervorgehen. In a z. B. liegt Q senk-

recht zu dieser Ebene, in d fällt Q mit A_1 zusammen, in e liegt es beliebig in der Ebene der Achsen.

In a—c sind zwei Schnittpunkte vorhanden, von denen in a nur einer sichtbar ist, in d und e existiert überhaupt nur einer.

Das Auftreten aller fünf Typen ist daran gebunden, daß die drei Achsen in einer Ebene liegen. Untersucht man Fälle, wo eine andere Lage der Achsen, z. B. Orientierung nach den Kanten eines Würfels angenommen wird, so erhält man Figuren ganz anderer Art, bei denen gerade die typischen Schnitte und Berührungen der Kurven zu je dreien nicht vorkommen[1].

5. Die Erscheinungen, die durch eine planparallele Platte von Rosenquarz bei Einfall ebener Wellen in der Brennebene eines photographischen Objektivs hervorgerufen werden.

A. Stellung der Aufgabe. Bisher ist alles so dargestellt worden, als ob die Stäbchensysteme sich in Luft befinden. Um nun der Einwirkung der Quarzsubstanz Rechnung zu tragen, müßte man ihre Doppelbrechung in Betracht ziehen. Da diese ja nicht sehr groß ist, so sei zunächst einmal die die Rechnung erleichternde Annahme gemacht, daß der Quarz einfachbrechend mit dem Brechungsindex ω sei. Ferner sollen die Lichtkurven nicht mit Hilfe einer im Endlichen liegenden Lichtquelle hervorgebracht werden und mit dem Auge beobachtet gedacht werden, sondern es soll eine ebene Welle auf eine planparallele Quarzplatte einfallen, und die Erscheinungen sollen in der Brennebene eines auf Unendlich eingestellten photographischen Objektivs betrachtet werden, in der zu diesem Zwecke eine Mattscheibe oder durchscheinendes Papier angebracht sei.

Die ebene Welle, die auf die erste Grenzfläche der Quarzplatte einfällt, wird hier zu einer ebenen Welle anderer Fortpflanzungsrichtung, entsprechend dem Brechungsindex ω, gebrochen. Im Quarz bringt sie unter der Annahme einfacher Brechung gerade wie in Luft durch Reflexion an den eingelagerten Teilchen ebene Wellen hervor, deren Normalen für jedes reflektierende System auf einem Kreiskegel der früher ausführlich erläuterten Art liegen. Beim Austritt aus der Quarzplatte werden alle diese Wellennormalen wieder gebrochen und liegen nun auf einem anderen Kegel, dessen Art noch zu bestimmen ist. Jede ebene Welle, die zu diesem Kegel gehört, wird zuletzt durch das Objektiv des

[1] Eine andere Anordnung von Achsen wird in Abschnitt 8 behandelt werden.

photographischen Apparats als ein Punkt der Brennebene abgebildet. Die allen Wellen entsprechenden Bildpunkte erscheinen dann in der Brennebene zu Kurven vereinigt.

Der eben geschilderte Vorgang soll nun für den Fall einer reflektierenden Schar von parallelen Stäbchen rechnerisch verfolgt werden, da ja mit der Behandlung eines Systems die der übrigen miterledigt wird.

B. Brechung eines Kreiskegels ebener Wellen aus einer Quarzplatte in Luft und Abbildung nach dem Abbé'schen Sinussatz. Wenn ein rechtwinkliges Koordinatensystem X Y Z zugrunde gelegt wird, die Z-Achse das Einfallslot und die X Y-Ebene die Grenzebene Quarz—Luft darstellt, so hat ein in Quarz befindlicher Kreiskegel, dessen Öffnung 2ε ist und dessen Achse A um den Winkel σ gegen die Z-Achse in der X Y-Ebene geneigt ist (vergl. die stereographische Projektion Fig. 14) folgende Gleichung:

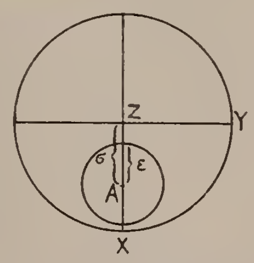


Fig. 14. Stereographische Projektion eines Kreiskegels mit der Achse A und der Öffnung 2ε.

VII. $$x^2(\cos^2\varepsilon - \sin^2\sigma) + y^2\cos^2\varepsilon + z^2(\cos^2\varepsilon - \cos^2\sigma) - 2\,xz\sin\sigma\cos\sigma = 0.$$

Für den Fall, daß ebene Wellen eine Kristallplatte mit dem mittleren Brechungsindex ω durchlaufen und nach der Brechung in Luft durch ein Objektivlinsensystem von der Brennweite f in dessen Brennebene als Punkte abgebildet werden, hat Abbe eine Formel angegeben, nach der man aus der Neigung V einer Wellennormale O N gegen die optische Achse O Z des abbildenden Objektivs den Abstand O′ N′ des Bildpunktes N′ dieser Wellennormale vom Mittelpunkt O′ der Objektivbrennebene berechnen kann. Diese Formel[1] lautet:

$$\sin V = \frac{O' N'}{\omega f}.$$

Wie ich früher schon bei anderer Gelegenheit dargelegt habe[2],

[1] Vergl. z. B. Th. Liebisch, Grundriß d. phys. Krist. p. 392 ff. 1896.

[2] P. Kaemmerer, Über d. Best. d. Winkels d. opt. Achsen usw. Fortschritte d. Min. III. p. 143. 1913.

kann sie geometrisch so gedeutet werden, daß eine Wellennormale O N, die den Winkel V mit der Objektivachse bildend vom Mittelpunkt O einer Kugel mit dem Radius ωf ausgehend, an der Oberfläche dieser Kugel in parallele Lage zur Objektivachse gedreht wird und dann durch die zum Einfallslote senkrechte, in O′ die Kugel berührende Ebene im Bildpunkt N′ hindurchtritt.

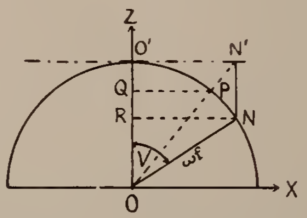


Fig. 15. Zur Abbildung ebener Wellen nach dem Abbe'schen Sinussatz.

Die Kurve, die alle Punkte N′ in der Brennebene bilden, kann demnach so erhalten werden, daß man den Kegel, dessen Mantellinien die Geraden O N′ sind, mit der Brennebene schneidet. Dieser Kegel geht aus dem ursprünglichen Kreiskegel VII dadurch hervor, daß jeder Kugelpunkt N in einen andern Punkt P, den Schnittpunkt der Kugel mit O N′, übergeführt und dann mit O verbunden wird.

Wie sich aus Fig. 15 ergibt, sind die Koordinaten $x y z$ eines Punktes N mit den Koordinaten $\xi \eta \zeta$ des entsprechenden Punktes P durch die Relationen verbunden:

VIII.
$$\begin{cases} x \cos O'ON' = \xi \\ y \cos O'ON' = \eta \\ z \cos O'ON' = \sqrt{\zeta^2 - \xi^2 - \eta^2} \end{cases}$$

Transformiert man hiernach den Kegel VII und führt für die laufenden Koordinaten wieder $x y z$ ein, so erhält man:

IX. $$x^2 + y^2 \cos^2 \sigma + z^2 (\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \sigma) \pm 2 x z \cos \varepsilon \cos \sigma = 0.$$

Diese Gleichung stellt zwei kongruente zur X Y-Ebene symmetrisch gelegene Kegel 2. Ordnung dar. Das zweifache Vorzeichen geht daraus hervor, daß für dasselbe Paar $x y$ zwei verschiedene Werte z auf der Kugel möglich sind.

Um die Kurven in der Brennebene des Objektivs zu erhalten, hat man den Kegel IX mit der Ebene $z = \omega f$ zum Schnitt zu bringen. Es erscheint als G l e i c h u n g e i n e r s o l c h e n K u r v e, wenn man der Wurzel das negative Zeichen zuschreibt, das für die Seite der positiven z gilt:

X. $$x^2 + y^2 \cos^2 \sigma + \omega^2 f^2 (\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \sigma) - 2 \omega f x \cos \varepsilon \cos \sigma = 0.$$

Dies ist eine Ellipse mit den Achsen $\omega f \sin\sigma \cos\sigma$ und $\omega f \sin\sigma$, also dem Achsenverhältnis $\cos\sigma : 1$, wobei $\cos\sigma$ der x-Achse entspricht.

Bei der ganzen Ableitung ist zu beachten, daß sie nur gilt, wenn die Kristallplatte senkrecht zur optischen Achse des Objektivs liegt. In diesem Falle also beobachtet man je nach der kristallographischen Orientierung der Platte und der Richtung des einfallenden Lichtes Ellipsen verschiedener Größe mit dem Achsenverhältnis $\cos\sigma : 1$.

Liegen die Stäbchen parallel der Plattengrenze, so ist $\sigma = 90^0$ und die Kurve wird geradlinig mit der Gleichung:

XI. $$x = \omega f \cos\varepsilon.$$

Für senkrechten Einfall des Lichtes hat man $\sigma = \varepsilon$ zu setzen und erhält als Gleichung der Ellipsen:

XII. $$x^2 + y^2 \cos^2\sigma - 2 x \omega f \sin\sigma \cos\sigma = 0,$$

die für $\sigma = 90^0$ in die Gerade

XIII. $$x = 0$$

übergeht.

Stehen die Stäbchen senkrecht zur Plattengrenze, so ist $\sigma = 0^0$ und aus X entsteht:

XIV. $$x^2 + y^2 - \omega^2 f^2 \sin^2\varepsilon = 0$$

ein Kreis.

Dieser wird zum Punkt

XV. $$x = 0, \ y = 0,$$

wenn das Licht senkrecht einfällt ($\varepsilon = 0^0$).

Liegt nun die Platte schief zur Achse des Objektivs, so gelten die obigen Formeln nicht mehr. Vielmehr muß man in diese durch Koordinatentransformation die Konstanten einführen, die die Lage der Objektivachse gegen die Plattengrenze bestimmen. Dadurch komplizieren sich die Formeln bedeutend. Jedenfalls aber bleibt der aus dem Kristall austretende Kegel immer von zweiter Ordnung, und die Abbildung durch das Objektiv liefert immer Kegelschnitte im allgemeinen.

C. Beobachtungen. Die zur Bestätigung der Theorie unternommenen Versuche wurden wie die im Abschnitt 2 beschriebenen angestellt. Die auf der Mattscheibe des photographischen Apparates erscheinenden Kurven wurden nachgezeichnet.

So erhielt man bei verschiedenen schiefen Lagen der Platte von der einen Asteritenschar z. B. die in Fig. 16 ver-

einigten Kurven, die man wohl mit großer Annäherung als Ellipsen bezeichnen darf.

Die Kurven erscheinen, je kleiner sie sind, durch Nebenwirkungen um so mehr verbreitert auf der Mattscheibe. Es wurden meist die äußeren Umrandungen nachgezogen, z. T. auch die mittleren Linien zwischen beiden Konturen. Auch die kleinste erreichbare Kontur (Fig. 16, VI) stellte noch einen ziemlich großen Lichthof dar, wo theoretisch ein Punkt zu erwarten war.

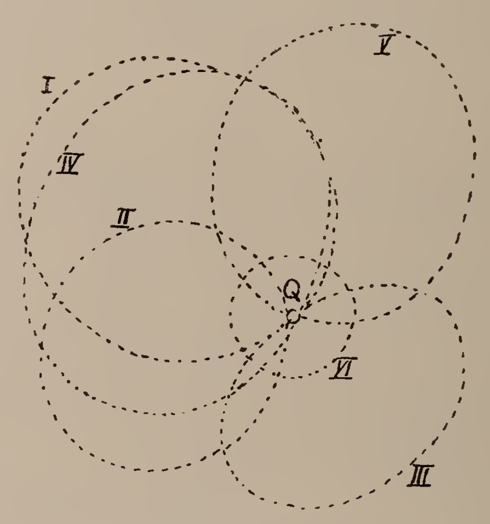


Fig. 16. In der Brennebene eines photographischen Objektivs beobachtete Asterkurven bei parallelem Licht.

Auf die die Kurven möglicherweise verbreiternden Nebenursachen wird noch zurückzukommen sein.

Um eine genauere Prüfung der Theorie durchzuführen, wurde noch eine Aufnahme der Kurven bei normaler Lage der Platte gemacht (Fig. 17).

Fig. 17 zeigt die dabei gewonnenen drei Kurven I—III. Nach der Theorie sind diese als Ellipsen von der Formel XII, p. 539, aufzufassen, die im Bild der Lichtquelle O′ einen Scheitel besitzen. Daher kann man zunächst die Richtungen der drei von ihm ausgehenden kleineren Ellipsenachsen annähernd zeichnen. Diese sind in Fig. 17 die Geraden a_1, a_2, a_3. Damit hat man die drei Azimute erhalten, nach denen die Asteriten im Quarz gelagert sind.

Mit Hilfe der Richtungen a_1—a_3 kann in einem stereographischen Gradnetz die Ebene gesucht werden, in der sie alle drei liegen und gleichzeitig Winkel von 60^0 mit-

einander bilden (Fig. 17, $A_1 A_3$). Danach läßt sich auch der Winkel σ für jede Ellipse aus dem Gradnetz entnehmen. Es wurde gefunden:

$$\sigma_1 = 20^0 40', \ \sigma_2 = 76^0 30', \ \sigma_3 = 45^0.$$

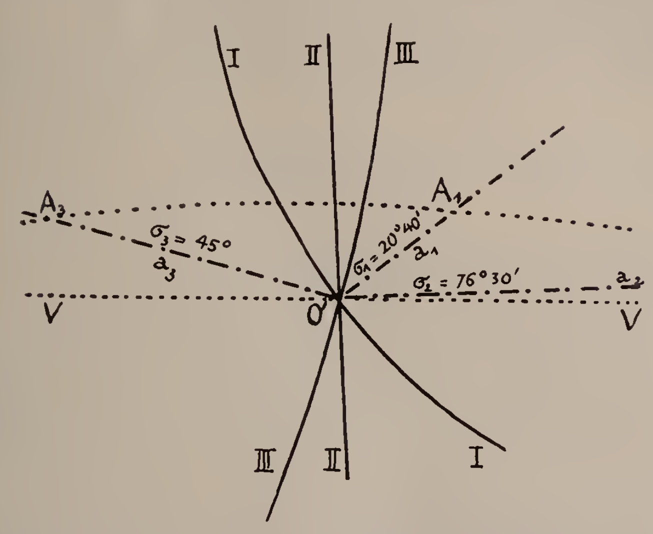


Fig. 17. Asterkurven I—III durch paralleles Licht bei senkrechtem Einfall in einer planparallelen Platte von brasilianischem Rosenquarz hervorgebracht und wie Fig. 16 aufgenommen. $a_1 a_2 a_3$ Achsen der elliptischen Kurven. $A_1 A_3$ stereographische Projektion der zu I und III gehörigen Kegelachsen und von deren Ebene, die auch die Achse A_2 enthält. $\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3$ Projektion der Achsenwinkel gegen das Einfallslot. V V Projektion der Vertikalebene.

Daraus folgen wieder die Achsenlängen der drei Ellipsen nach den Formeln (p. 538, 539) $\omega f \sin \sigma$ und $\omega f \sin \sigma \cos \sigma$. Setzt man für ω den Mittelwert 1,554 und für f die Brennweite des Objektivs 14,3 cm ein, so ergibt sich:

	kleine Achse	große Achse
Kurve I	7,35 cm	7,84 cm
„ II	5,03	21,55
„ III	11,05	15,65

Konstruierte man hiernach mit Hilfe der schon gezeichneten Richtungen der kleineren Achsen die drei Ellipsen, so deckten sie sich im Bereich der aufgenommenen Kurven mit diesen.

Damit ist bewiesen, daß die Formel XII, p. 539, die bei senkrechtem Einfall des Lichtes erscheinenden Kurven

genügend richtig darstellt und daß also auch die bedingende Annahme richtig ist, daß die drei Asteritenrichtungen im Quarz in einer Ebene unter 60° gekreuzt liegen. Diese Ebene bildet im vorliegenden Falle mit der Grenzebene der Quarzplatte einen Winkel von 76°, und die Asteritenrichtungen sind unter den Winkeln 20°40', 76°30' und 45° gegen die Plattennormale geneigt.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Kriegsgeologie.

A. Hambloch und **C. Mordziol**: Über Trinkwasserversorgung im Felde nebst Vorschlägen über die Verwendbarkeit vulkanischer Filtermaterialien. (Verlag von George Westermann, Braunschweig, Berlin, Hamburg).

Die zeitgemäße und wertvolle Schrift enthält einen Überblick über die Vorschriften zur Regelung der Trinkwasserversorgung der Truppen im Felde und besondere Hinweise auf den Wert der Geologie für die Gewinnung neuer Wasservorräte und für den Schutz vorhandener Quellen gegen Verseuchungsgefahr; ferner einen Überblick über die wichtigsten Methoden der Wasserreinigung mit Rücksicht auf ihre Brauchbarkeit im Felde: Fahrbare Trinkwasserbereiter, Kleinfilter, Filterwagen, Sandfiltrationen, natürliche Bodenfiltration, Ozonverfahren. Als Ersatz für Sandfilter wird sodann das „Vulkanit"-Material in Vorschlag gebracht, das nach den bisherigen Versuchen vielseitige Anwendungsmöglichkeiten zur Gewinnung von Trink- und Gebrauchswasser verspricht. Zur Enthärtung von solchen Wässern sind außer dem Permutitverfahren auch Traßfilter verwendbar.

Von den allgemein wichtigeren Angaben des Buches sei folgendes hervorgehoben:

Die Vorschriften und Erlasse zur Regelung der Trinkwasserfrage der Kriegssanitätsordnung vom 27. Januar 1907 gestatten eine Übersicht über die zur Anwendung kommenden Maßnahmen. Es kommen zur Sprache:

Grundsätze für Trinkwasserbeurteilung, Prüfung zentraler Wassergewinnungsanlagen, namentlich solcher mit Sandfiltration, Brunnenschutz, Kenntlichmachung guter Trinkwasserstellen, Grundwassergewinnung in Flußebenen bei günstiger Bodenbeschaffenheit, Anlage abessinischer Bohrbrunnen bei geeigneten geologischen Verhältnissen, Wasserwagen und Trinkwasserbereiter, Reinigung von Trink- und Gebrauchswasser durch Filter, Abkochen, chemische Mittel, Schnellfilterung zwecks Vorklärung.

W a s s e r g e w i n n u n g und W a s s e r r e i n i g u n g im F e l d e. Für die Gewinnung n e u e r Wasserquellen stehen die im Heeresdienste bewährten abessinischen Rammbrunnen sowie die von jeder Eisenbahnbaukompagnie mitgeführten Bohr- und Brunnengeräte (für 40 m Tiefe) zur Verfügung. Wo diese Mittel wegen schwieriger Bodenverhältnisse versagen, oder wo zu wenig Zeit für solche Anlage vorhanden ist, kommt im Operationsgebiet der Wasserreinigung erhöhte Bedeutung zu.

Anders im Etappen- und Okkupationsgebiet. Hier ist die Möglichkeit gegeben, unter Ausnutzung der geologischen Erforschung der betreffenden Gegend, der Gewinnung neuer Wasserquellen eingehend nachzugehen.

D e r N u t z e n d e r G e o l o g i e f ü r d i e E r s c h l i e ß u n g n e u e r W a s s e r v o r r ä t e i m F e l d e. Mit Recht sagt Oberstabsarzt Dr. LÖSENER: „Da wir im eigenen Lande, besonders in den Dörfern, vielfach noch mangelhafte Wasserversorgungsanlagen haben, müssen wir im Felde außer Landes mit noch ungünstigeren Verhältnissen rechnen.“ In der Tat haben sich, wie zahllose im Felde ausgeführte chemisch-bakteriologische Wasseruntersuchungen und Ortsbesichtigungen ergeben haben, die Brunnenverhältnisse in Feindesland als viel unhygienischer erwiesen, als erwartet werden konnte. „Erleichtert wird die Besichtigung“, sagt LÖSENER, „wenn Bohrprofile oder die Karten der geologischen Landesaufnahme zur Hand sind.“ An einer Stelle heißt es, daß die Feststellung, ob ein Trinkwasser brauchbar ist oder nicht, nicht nur im Laboratorium zu beurteilen sei, sondern daß die Besichtigung der Anlage und der geologischen Verhältnisse ihrer Umgebung zu entscheiden habe, ob Tagewässer oder sonstige Verunreinigungen zum Wasser treten können, ehe sie von den Infektionskeimen befreit seien.

Ein treffendes Beispiel, das ein im Felde stehender Studierender der Geologie mitteilte, ist folgendes: „Den einzigen Brunnen hatten uns die Franzosen, die seine Wichtigkeit für uns kennen mußten, zusammengeschossen. Da gruben eines Tages unsere Pioniere in einer Bodenschwelle Unterstände für die Reserven. Dadurch entstand ein Hohlweg von einer Tiefe von 5 bis 6 m. In dem frischen Anschnitt sah man, wie das Kreidematerial von einer wasserundurchlässigen Tonlage durchzogen wurde. Sie verlief parallel der Oberfläche. Deshalb riet ich den Pionieren, doch einmal in der M u l d e, in der ich naturgemäß die Tonlage vermutete, nach Wasser zu graben. Schon in 3 m Tiefe kam reichlich Wasser, und dieser Brunnen ist seither die Bezugsquelle für zwei Regimenter geworden.“

N a t ü r l i c h e B o d e n f i l t r a t i o n. Es wird zur Klärung von Flußwasser die Anlage von Brunnen seitlich des Flusses empfohlen mit dem Hinweis darauf, daß bei geeigneten Bodenverhältnissen alsdann eine seitliche Filterung eintritt. Es ist dies

die Heranziehung des Bodens als Naturfilter, ein Verfahren, das, weiter ausgebaut, auch für die Wasserversorgung größerer Städte (z. B. in Breslau und Frankfurt a. M.) ausprobiert wurde und wegen seiner verhältnismäßig einfachen Anlagen kriegsbrauchbar erscheint.

Vorbedingung ist das Vorhandensein geeigneter Sandschichten im Untergrunde, was jedoch nicht in allen Flußebenen der Fall ist. Ob die Möglichkeit für eine solche Anlage besteht, wird daher am ehesten durch Untersuchung der geologischen Verhältnisse erkannt werden; die geologischen Spezialkarten von Frankreich und Belgien bieten hierzu willkommene Unterlagen, die in Rußland jedoch vollkommen fehlen.

Die Ausführbarkeit solcher Anlagen durch unsere Pioniere läßt das Verfahren für den Feldgebrauch nicht unwichtig erscheinen.

Schlußsätze.

1. Die große Bedeutung der geologischen Verhältnisse für die Wasserversorgungsfragen lassen die Bestrebungen zum Ausbau einer praktischen Kriegsgeologie auch vom militärhygienischen Standpunkt aus sehr wünschenswert erscheinen. Zahlreiches, auch für militärhygienische Zwecke verwendbares Beobachtungsmaterial ist in den Spezialkarten der französischen und belgischen geologischen Landesaufnahme niedergelegt.

2. Nach den bisherigen Laboratoriumsversuchen ist in den Vulkanitfiltersanden ein dem Sand wesentlich überlegenes Filtermaterial gegeben.

3. Die Anwendungsmöglichkeiten des Vulkanitmaterials erstrecken sich nicht nur auf die Anlage lockerer Filterbette für zentrale Wasserversorgung, sondern auch auf die Herstellung von ortsfesten Einzelbrunnen und fahrbarer Anlagen für Dauerbetrieb, wodurch es auch ermöglicht werden soll, nicht nur das Trinkwasser, sondern auch das Gebrauchswasser einwandfrei zu liefern.

4. Ferner sind Vulkanitfilter wegen ihrer hohen Filtrierkraft trotz großer Durchlaufsgeschwindigkeit zu Vor- und Klärungsfiltern jeder Art besonders geeignet, ebenso zu Enteisenungsanlagen.

5. Zur Enthärtung von Trink- und Gebrauchswässern sind für militärhygienische und militärtechnische Zwecke Permutitfilter, gegebenenfalls in Verbindung mit Vulkanitfiltern, von praktischer Bedeutung.

Frech.

Personalia.

Opfer des Weltkrieges.

Professor Dr. **Hans von Staff**, Privatdozent an der Berliner Universität, Regierungsgeologe in Deutsch-Südwestafrika.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Strukturmodelle nach W. H. und W. L. Bragg.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Von folgenden Kristallen sind im hiesigen Institut Strukturmodelle hergestellt: Diamant, Zinkblende, Steinsalz (Sylvin), Pyrit (Hauerit) und Kalkspat. Die vier ersten umfassen nicht nur den bei Bragg's abgebildeten Elementarwürfel, sondern $2^3 = 8$ derselben, so daß auch die Beziehungen benachbarter hervortreten [1]. Von Kalkspat sind zwei Modelle angefertigt. Das kleinere stellt die Verteilung der Atome innerhalb eines Stückes von der Form des Spaltrhomboeders vor (die Rhomboederkantenlänge gleich dem Abstand zweier Ca-Atome); das zweite, größere, umfaßt ein prismatisches Stück und ist begrenzt von vier benachbarten Flächen $(11\bar{2}0)$, zwei benachbarten Flächen $(10\bar{1}0)$ und zwei Flächen (0001). Die Grenzflächen // (0001) stehen um $8\frac{2}{3}\overset{|}{c}$ (Einheiten der dreizähligen Achse) voneinander ab, von den Grenzflächen // $(11\bar{2}0)$ sind drei kleinere benachbart, und die ihnen im Grundriß entsprechende Seitenlänge beträgt $\frac{2}{\sqrt{3}}$, die vierte, der ersten gegenüberliegende, ist dreimal so lang. Das Modell ist in dieser Richtung und nach der dreizähligen Achse so stark ausgedehnt, um die von Johnsen (Phys. Zeitschr. **15**. p. 713. 1914) dargelegte Zusammensetzung aus zwei mit C und zwei mit Ca besetzten rhomboedrischen Gittern der Form $(02\bar{2}1)$ und zwei mit Sauerstoff besetzten hexagonalen Gittern, ferner ihre Zerteilung in zehn kongruente und parallele Gitter der Form $(40\bar{4}1)$ zu erläutern, ebenso ihre Deformation durch die einfache Schiebung nach $(01\bar{1}2)$, namentlich in den zur Ebene der Schiebung parallelen Flächen $(11\bar{2}0)$.

Die Atome sind nach Art der Punkte in den gebräuchlichen Modellen für die Bravais'schen Raumgitter durch Glasperlen (verschiedenfarbig für verschiedene Atome) dargestellt und auf Stahlnadeln in Holzbrettchen befestigt.

Die Modelle sind zu beziehen vom Mechaniker Bartels in Göttingen.

[1] Das Verhältnis der Teilung der Würfeldiagonale bei Pyrit ist nach Bragg zu 0,2 : 0,8 angenommen; nach Ewald und Friedrich (Ann. Phys. **44**. p. 1183. 1914) ist es 0,224 : 0,776.

Studien über Asterismus.

Von **Paul Kaemmerer** in Dresden.

Mit 22 Textfiguren.

(Schluß.)

6. Beobachtung der Asterkurven unter gewöhnlichen Verhältnissen.

Wird durch die Quarzplatte eine weiße, endlich oder unendlich ferne Lichtquelle mit dem Auge fixiert, wie es bei der Betrachtung des Asterismus meist der Fall ist, so fällt es auf, daß an manchen geschlossenen Kurven deutliche Abweichungen von der Ellipsen- zur Eiform auftreten, d. h. die Krümmung an den beiden Scheiteln der Kurve ist verschieden (Fig. 18a).

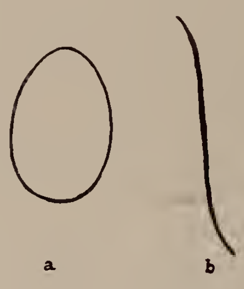


Fig. 18. Kurvenformen bei Beobachtung mit dem Auge.

Es lassen sich auch bei bestimmten Stellungen Kurven beobachten, die, in der Mitte ziemlich geradlinig, an den Enden nach entgegengesetzten Seiten umbiegen (Fig. 18b).

Kann man den Verlauf dieser Kurven auch nicht durch exakte Durchführung einer Rechnung vorherbestimmen, so kann man sich doch in folgender Weise eine Vorstellung bilden, wie diese Linien wohl zustande kommen. Dabei sei eine unendlich ferne Lichtquelle vorausgesetzt. Bei den Berechnungen des Abschnitts 5 wurde die Abbildung der ebenen Wellen nach dem Abbe'schen Sinussatz vorausgesetzt. Es wurde auch gesagt, daß die aus dem Quarz tretenden Kegel des im Innern reflektierten Lichts Kegel 2. Ordnung sind. Denkt man sich auf einem solchen Kegel nochmals die Abbe'sche Konstruktion mit der Kugel vom Radius f angewendet, so erhält man den Strahlenkegel, der in der Brennebene des Objektivs die früher erwähnten Ellipsen hervorbringt.

Für die Beobachtung mit dem Auge, dessen Brennweite auch f genannt sei, kann man sich nun die Vorstellung bilden, daß ein aus dem Quarz austretender elliptischer Kegel durch die Augenlinse in einen anderen Kegel umgebrochen wird, ebenfalls 2. Ordnung, da ja die Brechung durch diese Linse der Brechung am photographischen Objektiv ganz gleich ist. Dieser Kegel 2. Ordnung würde aber nun nicht wie früher mit einer Brennebene im Abstand f von der Kegelspitze zu schneiden sein, sondern mit einer die Netzhaut vertretenden Kugel vom Durchmesser f, in deren Oberfläche die Spitze des Kegels liegt. Die hierdurch entstehenden Schnittkurven würden die erregten Netzhautstellen repräsentieren. Deren Gestalt gibt dann eine Erklärung für das, was wir mit dem Auge sehen.

Der Mittelpunkt der ABBE'schen Brechungskugel sei O, die Z-Achse ein Durchmesser der Netzhautkugel, so würde Fig. 19 den Schnitt dieser Flächen mit der XZ-Ebene wiedergeben:

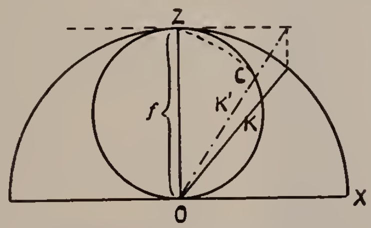


Fig. 19. Zur Abbildung eines Strahlenkegels im Auge.

Die Lage der Netzhautkugel wurde so, wie angegeben, gewählt, weil ja die Ebene XY gewissermaßen die Linse darstellt, durch die die Brechung erfolgt.

Ein Kegel K 2. Ordnung, der aus dem Quarz ausgetreten ist, werde durch die ABBE'sche Konstruktion in einen Kugel K', den ins Auge gebrochenen Kegel 2. Ordnung umgeformt.

Aus einem Kegel der Form VII wird durch die ABBE'sche Transformation mit der Kugel vom Radius f ein Kegel 2. Ordnung, der die Gleichung hat:

XVI. $x^2 + y^2 \cos^2\sigma + z^2\omega^2(\cos^2\varepsilon - \cos^2\sigma) - 2\omega x z \cos\sigma \sin\sigma = 0.$

Setzt man zur Vereinfachung $\sigma = \varepsilon$, was senkrechtem Einfall des Lichtes entspricht, und schneidet den Kegel XVI mit der Netzhautkugel

XVII. $$x^2 + y^2 + (z - f)^2 = \frac{f^2}{4},$$

so ergibt sich eine Kurve (ZC Fig. 19), deren XY-Projektion durch folgende Gleichung dargestellt wird:

XVIII.
$$x^2 + y^2 \cos^2\sigma - 2\,\omega\,x\,f \sin\sigma\cos\sigma \pm 2\,\omega\,x \sin\sigma\cos\sigma\sqrt{\frac{f^2}{4} - x^2 - y^2} = 0.$$

Die Kurve ist vom 4. Grade, zur x-Achse symmetrisch und stellt eine Linie vom Typus der Fig. 18 a dar.

Für $\sigma = 90^0$ (Asteriten parallel zur Plattengrenze) erhält man:

$$x = 0,$$

die gerade Linie (Y-Achse).

Für $\sigma = 0^0$ (Asteriten senkrecht zur Plattengrenze) erhält man:

$$x^2 + y^2 = 0,$$

was dem Punkt $x = 0$, $y = 0$ entspricht. In diesen beiden Fällen bekommt man also die Gleichungen XIII und XV wieder.

Hat der Kegel K′ eine weniger symmetrische Lage zum Koordinatensystem, wird er etwa um die X-Achse um den Winkel v gedreht und dann mit der wie vorher liegenden Netzhautkugel zum Schnitt gebracht, so erscheint eine allgemeinere Form der Schnittkurven, deren XY-Projektion lautet:

XIX.
$$\begin{aligned} & x^2 + y^2 \cos^2 v \cos^2\sigma \\ & + \sin^2 v \cos^2\sigma \left(\frac{5f^2}{4} - x^2 - y^2 \pm 2f\sqrt{\frac{f^2}{4} - x^2 - y^2}\right) \\ & + 2\,x\,y\,\omega \sin v \sin\sigma\cos\sigma \\ & + 2\left(f \pm \sqrt{\frac{f^2}{4} - x^2 - y^2}\right)(y\cos^2\sigma\cos v\sin v - x\,\omega\cos v\sin\sigma\cos\sigma) = 0. \end{aligned}$$

Unter den Kurven dieser Art befinden sich die f-förmigen Linien vom Typus der Fig. 18 b. Diese entstehen bei ziemlich großem Öffnungswinkel des Kegels im Quarz. Ihre vollständige Gestalt besteht in einer Schleife (Fig. 20).



Fig. 20. Vollständige Gestalt der Kurven Fig. 18 b.

Für $v = 0^0$ gehen die Kurven XIX wieder in XVIII über.

Für $\sigma = 0^0$ wird der gedrehte Kegel zu einer Geraden in der YZ-Ebene ($y\cos v + z\sin v = 0$) und schneidet die Kugel in einem Punkt.

Für $\sigma = 90^0$ erscheint wieder

$$x = 0$$

die gerade Linie.

7. Nebenerscheinungen (Höfe, Begleitkurven).

Außerdem ist noch zu erwähnen, daß an den kleineren geschlossenen Kurven die Dispersion deutlich hervortrat. Da die Gesamtdispersion größer ist als die Doppelbrechung, so kommt der Einfluß der letzteren nur insofern in Frage, als der äußerste rote Rand von ordentlichen, der äußerste blaue von außerordentlichen Strahlen gebildet sein müßte.



Fig. 21. Beugungserscheinung durch drei unter 60° gekreuzte Gitter bei senkrecht einfallendem Licht.

Die schon früher erwähnte Verbreiterung der geschlossenen Kurven und die Bildung eines Lichthofes, wenn die Zusammenziehung in einen Punkt erwartet wird, könnte zurückgeführt werden auf eine akzessorische Beugungserscheinung, entweder an den Enden der sich den Lichtwellen entgegenstellenden Stäbchen oder an den sonst noch in die Quarzsubstanz eingelagerten Teilchen.

Übrigens zeigt auch bereits das Beugungsbild Fig. 21, das mit Hilfe von drei unter 60^0 gekreuzten Gittern bei senkrecht einfallendem parallelen Licht eines Spaltes aufgenommen wurde, außer den drei Hauptkurven in den Winkeln zwischen diesen gewisse Nebenerscheinungen, die im ganzen eine hofartige Verbreiterung des Spaltbildes darstellen. Diese kommt also hier schon zustande, ohne daß zu den drei Gitterstabsystemen noch weitere beugende Teilchen hinzutreten.

An vielen Präparaten hat E. Kalkowsky ferner eine Begleitung der Kurve durch ein Paar Seitenkurven bemerkt[1].

Meist waren die Begleiter auf der ganzen Länge der Hauptlinie zugesellt. An manchen Stellen waren sie dagegen nur sehr

[1] E. Kalkowsky, a. a. O. Abschnitt IV.

schwach oder gar nicht sichtbar. In einigen Fällen wieder, z. B. an einer großen Kugel von etwa 1 dcm Durchmesser, ist im reflektierten Licht in einem bestimmten Bereich sogar beiderseits eine doppelte Begleitkurve beobachtet worden.

Die Ursache dieser Begleitkurven konnte nicht recht aufgeklärt werden. Ich kam gleichzeitig mit E. Kalkowsky, der vielfache Versuche darüber angestellt hat, auf die Vermutung, daß vielleicht von den Enden der Stäbchen eine solche Nebenwirkung ausgehen könnte. Doch ist dies bei der regellosen Verteilung dieser Enden im Kristall, bei der Ungewißheit über die Natur der Teilchen und bei der nicht sicher erkennbaren Gestalt der Stabenden theoretisch kaum zu fassen.

Vielleicht sind auch weniger alle innen gelegenen Teilchen als vielmehr nur ihre in der Oberfläche des Präparates befindlichen Enden an der Wirkung beteiligt.

Oberflächliche Unebenheiten müssen ja auf jeden Fall bei dem nicht homogenen Bau der Substanz vorhanden sein. Eine solche Oberfläche wäre dann eine Art ebenes oder gekrümmtes Gitter. Vielleicht auch sind die Unebenheiten von der Art der Ätzeindrücke, so daß sie orientierte Flächen besitzen, die die regelmäßigen Begleitkurven hervorbringen könnten [1].

Die obenerwähnten Kurven auf der Quarzkugel bildeten im einfachsten Falle drei Meridiane mit einem Winkelabstand von ca. 5°.

Mit einer Platte von brasilianischem Rosenquarz wurde nach der in Abschnitt 5 geschilderten photographischen Methode eine allerdings nicht sehr genaue Aufnahme einer dreifachen Kurve erhalten. Die zeichnerische Bestimmung der zugehörigen Kegelachsen in stereographischer Projektion ergab Winkel zwischen den Achsen von $3\frac{1}{4}^0$ und $4\frac{3}{4}^0$. Dies würde also dem Falle der Quarzkugel nahekommen.

8. Asterismus an indischem Granat.

V. Goldschmidt und R. Brauns [2] haben im Anschluß an die Beobachtung von Lichtkreisen und Lichtknoten an Granatkugeln festgestellt, daß in diesem Falle vier Scharen von Asterismus erzeugenden Stäbchen vorhanden sind, die die Richtungen der vier dreizähligen Symmetrieachsen des regulären Systems besitzen. Die von mir auf dieser Grundlage vorgenommene stereographische Darstellung der vier Stäbchenrichtungen mit den zugehörigen Reflexionskegeln (vergl. Abschn. 2) ergab, daß sich in der Tat auch alle Typen von Lichtfiguren auf diese Weise erklären lassen, die

[1] Vergl. das von E. Kalkowsky über Mikuliten Gesagte; a. a. O. Abschn. VIII.

[2] V. Goldschmidt und R. Brauns, Über Lichtkreise und Lichtknoten an Kristallkugeln. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXI. p. 220. 1911.

an 6 Platten von indischem Granat aus der Sammlung des Mineralog. Instituts der Königl. Technischen Hochschule zu Dresden zu sehen sind. Diese Asterkurven sind bereits von E. KALKOWSKY[1] geschildert worden.

Fig. 22 zeigt die Pole A_1—A_4 der 4 Stäbchenrichtungen und in den Punkten I—VI die bei normalem Einfall des Lichtes in die 6 Platten auftretende Lichtfigur, die in der Projektion als Durchkreuzung von je vier zu den 4 Achsen gehörigen Breitenkreisen erscheint.

Es werden also durch diese Tatsachen die Angaben von V. GOLDSCHMIDT und R. BRAUNS über die Orientierung der den Asterismus bewirkenden Teilchen für den vorliegenden indischen Granaten bestätigt.



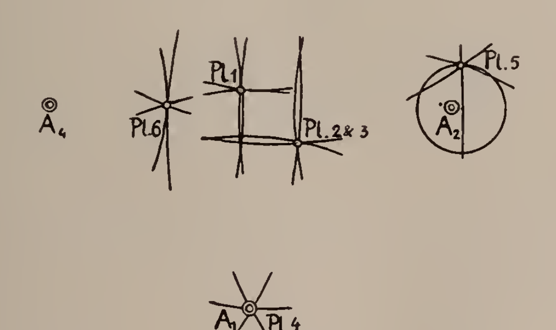


Fig. 22. Typen der Asterkurven für 6 Platten, Pl. 1—6 von indischem Granat, in dem 4 Scharen von Asteriten parallel den 4 dreizähligen Symmetrieachsen A_1—A_4 liegen (stereograph. Projektion).

9. Zusammenfassung.

1. E. KALKOWSKY hat über den Asterismus des opaleszierenden Quarzes Untersuchungen angestellt, nach denen es dem Quarz eingelagerte hypomikroskopische (ultramikroskopische) nadelförmige Dinge in kristallographischer Anordnung sind, die den Asterismus bewirken. Diese „Nadeln" werden Asteriten genannt. Auf Grund dieser Untersuchungen wurden Reflexions- und Beugungserscheinungen an sehr dünnen zylindrischen Stäbchen zunächst theoretisch abgeleitet. Zur Vereinfachung der Rech-

[1] E. KALKOWSKY, a. a. O. Abschn. III.

nung mußte die Annahme gemacht werden, daß die Lichtquelle im Unendlichen liege und die Asterismuserscheinungen mit einem auf Unendlich eingestellten Objektiv auf dessen Brennebene abgebildet werden.

Beobachtungen auf der Mattscheibe eines photographischen Apparates und photographische Aufnahmen bestätigten die Theorie.

2. Es wurde dann eine Anwendung auf die Erscheinungen an einer planparallelen Platte von brasilianischem Rosenquarz in der Weise gemacht, daß drei Scharen untereinander paralleler Asteriten angenommen wurden, deren Richtungen in einer Ebene unter 60^0 gekreuzt liegen und die in die Quarzsubstanz eingelagert sind. Diese wurden dabei als einfachbrechend vorausgesetzt.

Es ergab sich, daß bei senkrechtem Einfall parallelen Lichtes, dessen Richtung mit einer Asteritenschar im Quarz den Winkel σ bildet, von dieser Schar in der Brennebene des Objektivs eine Lichtkurve hervorgebracht wird, die eine Ellipse von der Gleichung

$$x^2 + y^2 \cos^2 \sigma - 2 \times \omega f \sin \sigma \cos \sigma = 0$$

ist.

Diese stellt für die speziellen Fälle $\sigma = 90^0$ und $\sigma = 0^0$ eine Gerade und einen Punkt dar.

Die Kurvengleichung und damit die Annahme über die Asteritenlagerung wurde durch die Beobachtungen gut bestätigt.

Bei schiefem Einfall zeigen sich ebenfalls Kegelschnitte, die auch der Theorie nach zu erwarten sind.

3. Unter gewöhnlichen Beobachtungsverhältnissen treten verschiedene Modifikationen an diesen Kurven auf, unter denen besonders die Eiform und f-Form bemerkenswert sind. Es wurde ein Weg angegeben (vergl. Abschn. 6 A), auf dem man sich die Entstehung solcher Formen verständlich machen kann. Sie erscheinen, wenn ein Kegel 2. Ordnung von einer Kugel geschnitten wird, in deren Oberfläche die Kegelspitze liegt. Für einige dieser Fälle wurden Kurvengleichungen berechnet. Diese enthalten als spezielle Kurven wieder Gerade und Punkt. Ganz strenge Behandlung der Erscheinungen müßte ohne Zweifel zu transzendenten Kurven führen.

4. Gewisse Lichthoferscheinungen lassen darauf schließen, daß zu den behandelten Reflexions- und Beugungswirkungen noch andere hinzutreten.

Die Erscheinung von drei- und fünffachen Kurven kann vielleicht auf eine Wirkung der in der Oberfläche der Prä-

parate liegenden Asteritenenden oder auf sonstige Unebenheiten nach Art der Ätzeindrücke zurückgeführt werden.

5. Die Anwendung der Theorie auf die von E. Kalkowsky beschriebenen Asterismuserscheinungen an indischem Granat brachte die Bestätigung der von V. Goldschmidt und R. Brauns gemachten Angaben über die Orientierung der reflektierenden Teilchen nach den Richtungen der vier dreizähligen Symmetrieachsen des regulären Systems.

Dresden, Mai 1915.

Über Scaphites.

I. Die Bedeutung von *Scaphites* für die Gliederung der Oberkreide.

Von **Fritz Frech.**

[Mit 14 Textfiguren.

Die von Schlüter vorgeschlagenen Zonennamen der Oberkreide beruhen so gut wie ausschließlich auf der westfälischen Entwicklung der Kreide mit ihren nordischen Belemniten, Inoceramen und den an bestimmte Fazies gebundenen Spongien. Die Grossouvreschen Zonen-Ammoniten sind bisher vorwiegend aus Frankreich beschrieben worden und demnach ebenfalls von beschränkter Bedeutung. Für diesen Nachteil bietet die Verwendung der verschiedenen Arten der gleichen Gattung *(Acanthoceras)* bei der Zonenbezeichnung keinen Ersatz. Für eine weitergehende, mehrere Kontinente — zum mindesten Europa und Nordamerika — umfassende Bezeichnung sind solche Formen zu wählen, die auf beiden Seiten des Atlantik bekannt sind. Von den bisherigen Zonen-Ammoniten gehören hierher nur *Acanthoceras rotomagense* (Rouen = Rotomagus, in Europa überhaupt sowie in Texas verbreitet), ferner *Schloenbachia (Mortoniceras) texana* und *Placenticeras bidorsatum.* Mehr Bedeutung als bisher ist vor allem den Scaphiten beizulegen, die in Europa und Nordamerika durch idente oder nah verwandte, vikariierende Formen vertreten sind.

Im folgenden wird zunächst neben der Übersicht der Zonenammoneen Grossouvre's eine Bezeichnung der gleichen Zonen nach Scaphitenarten gegeben. Sie hat, abgesehen von der weiten Verbreitung einzelner Arten den Vorzug, daß eine leicht kenntliche, lediglich in der Oberkreide vorkommende Gattung auch zur Gliederung dieser Periode verwendet wird.

Es schließt sich eine kurze systematische Übersicht der verschiedenen Formengruppen an, die eine immer weiter vorschreitende Differenzierung der Skulptur und gleichzeitig mit dem geologischen Alter eine Größenzunahme erkennen läßt: Die mit einfachen,

fadenförmigen Rippen versehenen kleinen Arten sind die ältesten und nur im Cenoman und Turon bekannt. Die am reichsten skulpturierten, mit zahlreichen Knoten- und Dornenreihen versehenen Formen sind i. a. die jüngsten. Allerdings hat die vorliegende Nomenklatur der *Scaphites*-Arten dieser Verwandtschaft kaum Rechnung getragen und ist daher zu revidieren. Noch mehr entspricht die allmähliche Größenzunahme dem geologischen Alter.

Den Schluß meiner Studien bildet eine entwicklungsgeschichtliche Darlegung über den Grund der Aufrollung des geschlossenen Gehäuses.

Die im folgenden aufgestellten „Formenkreise" von *Scaphites* machen keinen Anspruch darauf, als stammesgeschichtlich zusammenhängende Gruppen zu gelten. Sie fassen vielmehr die miteinander durch bestimmte Merkmale verknüpften und dem geologischen Alter nach genäherten Arten zusammen; ein Formenkreis umfaßt die äußerlich ähnlichen, geologisch annähernd gleichalten Arten.

1. Die älteren (cenomanen und turonen) um *Scaphites aequalis* und *Geinitzi* gruppierten kleinen Arten entsprechen nun einem Formenkreis mit fadenförmigen Rückenrippen und weniger zahlreichen, aber stärkeren Seitenrippen: *Sc. aequalis*, *Geinitzi*, *larvaeformis*, *Warreni* und *Warreni* var. *silesiaca*.
2. Der Formenkreis des *Sc. vermiformis* im Emscher und Untersenon umfaßt mittelgroße Arten mit gröberer Skulptur, deren Seitenrippen knotenartig enden. Hierher gehören *Sc. Lamberti*, *Meslei*, *kieslingswaldensis* und *vermiformis*.
3. Die Gruppe des *Sc. binodosus* A. Roem. ist untersenon und umfaßt Formen mit je 2 Reihen von Seitenknoten und Rippen auf der Externseite, die z. T. oblitteriert sind. Hierher vor allem *Sc. binodosus* A. Roem., *inflatus* A. Roem. sowie die um *Sc. nodosus* gruppierten amerikanischen Varietäten des *Sc. nodosus* Conrad, die z. T. von den deutschen Arten kaum zu unterscheiden sind: *Sc. binodosus* var. *brevis* Meek, var. *quadrangularis* Meek, var. *plena* Meek. Eine obersenone Art (*Sc. gibbus* Schlüt.) hat mehr als zwei laterale Knotenreihen, aber durchlaufende Externrippen wie *Sc. binodosus*.

4, 5. Zwei Formenkreise gehören vornehmlich dem Mittel- und Obersenon, der Champagne- und Maestricht-Stufe an; der des *Sc. constrictus* stellt nur eine geringfügige Modifikation der *binodosus*-Gruppe dar; der andere mit stärker ausgeprägter Knoten- und Stachelskulptur ist ebenfalls als eine Fortentwicklung der *binodosus*-Gruppe aufzufassen und umfaßt die größten Scaphiten:

4. Gruppe des *Scaphites constrictus* (*Discoscaphites* Meek). Zusammengedrückte Form mit schmalem Rücken und hohen

Gliederung der Kreide nach Ammoniten nach A. de Grossouvre und Bezeichnungen nach Scaphiten.

			Zonen	Scaphiten
Oberkreide		Dänische Stufe (Danien)	Zone d. *Hercoglossia danica*	Ohne Scaphiten und ohne Ammoneen
	Senon	Ober- (Maestricht-St.)	Zone d. *Parapachydiscus neubergicus*	*Scaphites constrictus*
			„ „ *Bostrychoceras polyplocum*	*Scaphites pulcherrimus* und *Scaphites Roemeri*
		Mittel- Campanien (Champagne-St.)	Zone d. *Hoplites Vari*	
			„ „ *Schloenbachia (Mortoniceras) delawarensis*	
			„ „ *Placenticeras bidorsatum*	*Scaphites binodosus*
	Emscher[1]	Unter- Santonien (Saintonge-St.)	Zone d. *Placenticeras syrtale*	
			„ „ *Schloenbachia (Mort.) texanum*	
			„ „ „ „ *Emscheris*	*Scaphites Lamberti*
			„ „ „ *(B.) Haberfellneri*	*Scaphites kieslingswaldensis*
	Turon		Zone d. *Acanthoceras Deverianum*	
			„ „ „ *ornatissimum*	*Scaphites Geinitzi* und *Warreni*
			„ „ „ *Bizeti*	
			„ „ „ *(Mammites) nodosoides*	
	Cenoman		Zone d. *Acanthoceras rotomagense*	*Scaphites aequalis*
			„ „ „ *Mantelli*	
	Ob. Gault		Zone d. *Schloenbachia (Mort.) inflatum*	

[1] Das „Coniacien“ Coquand's entspricht genau dem Schlüter'schen Emscher, während das „Emschérien“ von Lapparent noch das Santonien, d. h. das Untersenon der deutschen Nomenklatur mit umfaßt. Dann würde das Campanien der französischen Nomenklatur etwa als Mittelsenon, das Maestrichtien (= Dordonien Coquand) als Obersenon zu bezeichnen sein, während das Danien in Norddeutschland fehlt.

Seiten; auf den inneren Windungen dichotome Seitenrippen, auf der Wohnkammer zwei Knotenreihen (externe und der Naht genäherte Knoten) und gleichzeitig zuweilen Rückbildung der Rippen.

4 a. Im Untersenon: Rippenskulptur auf den Luftkammern, glatte, nur von zwei Knotenreihen unterbrochene Verzierung der Wohnkammer: *Sc. hippocrepis, aquisgranensis.*

4 b. Im Mittel- und Obersenon: Rippen auf Luft- und Wohnkammer, die beiden Knotenreihen unregelmäßig entwickelt, zuweilen überall deutlich: *Sc. compressus* A. Roem., zuweilen ist die Nabelknotenreihe rückgebildet: *Sc. constrictus* Sow., *Sc. Roemeri* d'Orb., *Sc. Conradi* Meek, *Sc. abyssinus* Meek.

5. Gruppe des *Sc. pulcherrimus* A. Roem.: Obersenon. Je drei bis vier Knotenreihen auf der Flanke, eine Knotenreihe auf der Externseite; zahlreiche Rippen.

5 a. Die meisten Arten besitzen auf jeder Seitenfläche diese vier Knotenreihen (*Sc. spiniger, pulcherrimus*); es kommen auch zahlreichere, an *Trachyceras* erinnernde Knotenreihen vor: *Sc. cheyennensis* und *spinosissimus.*

5 b. Nur bei einer obersenonen, die bedeutendste Größe erreichenden Art (bei *Sc. tridens* Kner) findet sich neben je zwei Reihen von Flankenknoten eine Reihe wenig zahlreicher, sehr kräftiger Knoten in der Symmetrie-Linie.

Besprechung einzelner Arten und Varietäten.

1. Formenkreis des *Scaphites aequalis* und *Geinitzi.*



Fig. 1. *Scaphites larvaeformis* Meek. Turon (Fort Benton group). Bad lands, Dakota.



Fig. 2. *Scaphites larvaeformis* Meek. Oberturon. Oppeln.

Scaphites larvaeformis Meek.

Meek, United States Geological Survey of the Territories. 9. 1876. Taf. 6 Fig. 6 a—c. p. 418. (Fort Benton Group.)

Ein Vergleich des europäischen *Sc. Geinitzi* mit dem nächstverwandten amerikanischen *Sc. larvaeformis* zeigt wesentlich gröbere Rippen und geringere Größe bei dem letzteren. Doch liegt mir ein Exemplar von Oppeln vor, das mit amerikanischen

vollkommen übereinstimmt und daher mit dem gleichen Namen zu bezeichnen ist.

Abgesehen von der erwähnten Unterscheidung ist der Querschnitt des europäischen Stückes oval, der des amerikanischen rund, fast kreisförmig. Doch dürfte dieser Unterschied lediglich auf der Verdrückung beruhen, der die Versteinerungen des Pläners fast ausnahmslos betroffen hat.

Die Fort Benton Group steht im Alter dem Turon gleich; das Oppelner Exemplar stammt aus der Oberzone des *Sc. Geinitzi*.

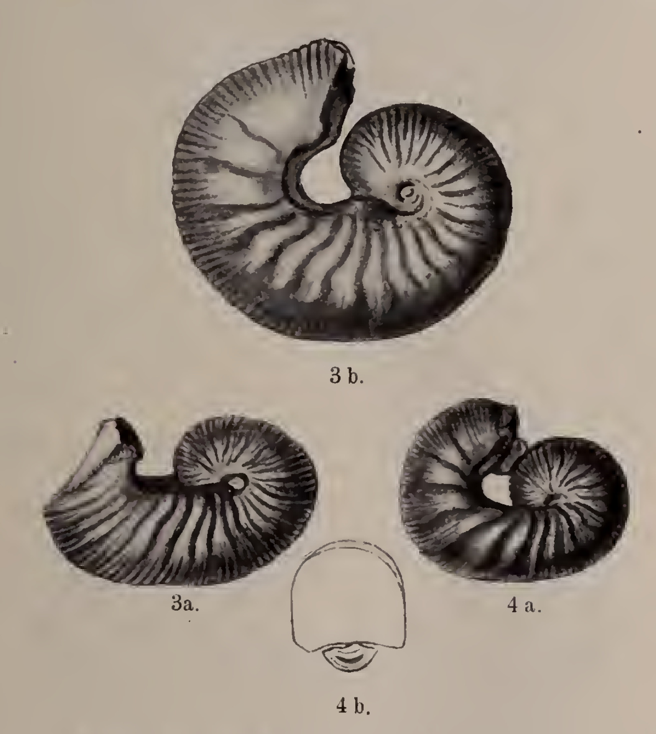


Fig. 3. *Scaphites Warreni* MEEK var. *silesiaca* FRECH = *Sc. Lamberti* R. LEONHARD non GROSSOUVRE. Oberturon (Scaphitenzone). Oppeln.

Fig. 4. *Scaphites Warreni* MEEK. Turon (Benton group). SO. von Rawlins, Wyoming. Fig. 4 b: die Innenlippe (p. 568).

2. *Scaphites Warreni* MEEK var. nov. *silesiaca* FRECH = *Sc. Lamberti* R. LEONHARD non GROSSOUVRE.

Palaeontographica. **44.** Taf. 6 Fig. 6, 8 (cet. excl.).

Scaphites Geinitzi ist durch Übergang mit einer häufigeren Form verbunden, die durch feinere Rippen und deutliche Bündelung

der Rippen gekennzeichnet ist. Die Skulptur der inneren Windungen stimmt durchaus mit dem vorliegenden Exemplar des *Sc. Warreni* Meek überein. Auf der Wohnkammer sind jedoch bei der amerikanischen Art die kräftigen Seitenrippen weniger zahlreich wie bei den gleich großen schlesischen Exemplaren. Allerdings liegt mir ein amerikanisches Stück vor, an dem dieser Unterschied sich verwischt und eigentlich nur noch ganz nahe der Mündung einigermaßen erkennbar ist.

Ein anderes amerikanisches Exemplar ist auf den ersten Blick von der Oppelner Form unterschieden. Jedenfalls ergibt sich, daß dieser Unterschied der Berippung zu den fließenden Artcharakteren gehört. Die Externseite mit ihren zahlreichen Rippen ist bei beiden Varietäten die gleiche.

R. Leonhard hat die Verschiedenheit der vorliegenden Form von *Sc. Geinitzi* richtig erkannt; die Identifizierung mit *Sc. Lamberti* beruht darauf, daß die kräftigen Seitenrippen nur auf der Wohnkammer ausgebildet sind. Doch ist, wie weiteres Vergleichsmaterial zeigt, die Berippung bei *Sc. Lamberti* s. str. besonders auf der Externseite viel kräftiger. Die photographischen Abbildungen Grossouvre's, auf die sich Leonhard allein stützen mußte, sind so undeutlich, daß eine Verwechslung leicht war.

Der Querschnitt der Umgänge ist bei *Sc. Warreni* s. str. meist gerundeter als bei der Varietät; doch beruht auch dieser Unterschied lediglich auf der Verdrückung.

In bezug auf die Skulptur bilden die europäischen Formen:

1. *Sc. Warreni* Meek var. nov. *silesiaca*,
2. *Sc. Geinitzi* d'Orb. und
3. *Sc. larvaeformis* Meek

eine zusammenhängende Varietätenreihe, während in der dem europäischen Turon gleichstehenden Fort Benton Group Nordamerikas nur eine der beiden extremen Formen bekannt ist. Doch beruht dieser Umstand wohl nur auf der Unvollständigkeit der Sammlungen.

Sc. Warreni Meek var. nov. *silesiaca* Frech ist häufig in der oberen Zone des Turon mit *Sc. Geinitzi* bei Oppeln; ein sehr großes Exemplar stammt von der Rothen Mühle, unweit Bladen O.S., wo es zusammen mit *Sc. auritus* Schlüt. vorkommt.

3. Gruppe des *Scaphites binodosus*.

Scaphites binodosus F. A. Roemer.

F. A. Roemer, Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. Hannover 1841. p. 90. Taf. 13 Fig. 6.

C. Schlüter, Palaeontographica. 21. Taf. 24 Fig. 4—6. p. 79—81.

Eine erneute Besprechung der Art erscheint weniger deswegen erforderlich, weil mir in Breslau das Original-Exemplar F. A. Roemer's vorliegt, denn die Abbildung Schlüter's ver-



Fig. 5. *Scaphites binodosus* F. A. Roemer var. *quadrangularis* Meek
= *Sc. nodosus* Owen var. *quadrangularis*.
Unteres Senon (Fort Pierre group). Bei Glendive, Montana.



Fig. 6. *Scaphites binodosus* A. Roemer. Original F. A. Roemer's
(etwas verdrückt). Untersenon. Dülmen (Westfalen).

mittelt ohnehin eine vollständig klare Anschauung der Form. Der Grund ist vielmehr die überaus nahe Beziehung zu dem amerikanischen *Sc. nodosus* Owen. Die in den Bad lands vorkommenden

Formen sind auf Taf. 25 und 26 der MEEK'schen Monographie[1] abgebildet und auch in europäischen Sammlungen zahlreich vertreten. Die Verwandtschaft dieser als *Sc. nodosus* OWEN bezeichneten Hauptart und ihrer Varietäten mit dem *Sc. binodosus* ist jedoch so groß, daß die Hauptart besser mit dem älteren Namen zu bezeichnen ist

Sc. binodosus F. A. ROEMER 1841 = *Sc. nodosus* OWEN 1852.



Fig. 7. *Scaphites binodosus* F. A. ROEMER var. *brevis* MEEK = *Sc. nodosus* var. *brevis* MEEK, U. S. Geol. Survey Territories. Bd. 9. Taf. 25 Fig. 1. Untersenon (Fort Pierre group). Bad lands, Dakota.

Doch möchte ich andererseits nicht so weit gehen, alle Varietäten einzuziehen, sondern vielmehr die von MEEK aufgestellten Varietätsnamen: 1. *Sc. binodosus* var. *brevis*[1], 2. var. *quadrangularis*[2] und 3. var. *plena*[3] beibehalten.

---

[1] MEEK, U. S. Geological Survey of the Territories. 9. 1876. Taf. 25 Fig. 1 a—c. p. 426. (Fort Pierre Group.)

[2] Ebendaselbst. Taf. 25 Fig. 3 a—c, 2 a—c und Fig. 4. p. 428.

[3] Ebendaselbst. Taf. 26 Fig. 1 a—c. p. 429.

Von diesen drei Varietäten steht var. *quadrangularis* mit den am kräftigsten entwickelten Rippen dem norddeutschen, besonders bei Dülmen vorkommenden Typus des *Sc. binodosus* zweifellos am nächsten [1].

Dagegen ist *Sc. inflatus* A. ROEMER [2] — ebenfalls von Dülmen — zunächst mit *Sc. nodosus* var. *brevis* MEEK verwandt, wie die beiden abgebildeten Stücke, Fig. 7 und 8, zeigen. Der Unterschied besteht lediglich in der stärkeren Knotenentwicklung der amerikanischen



Fig. 8. *Scaphites inflatus* F. A. ROEMER. Original F. A. ROEMER's. Obersenon. Dülmen, Westfalen.

Art, sowie dem durchgängig beobachteten Merkmal der breiteren Rippen bei den europäischen Formen.

Die nahe Beziehung der vikariierenden, in der Neuen und Alten Welt auftretenden Varietäten geht deutlicher als aus allen Beschreibungen aus dem Vergleich der einander gegenüber-

[1] In die Verwandtschaft, d. h. in den Variationsbereich des *Sc. binodosus* ist von den bei GROSSOUVRE abgebildeten Formen wahrscheinlich *Sc. constrictus*, Taf. 31 Fig. 1a—c. zu rechnen, der dem *Sc. nodosus* var. *quadrangularis* sehr nahe steht. Es ist bei all diesen Formen von diffuser Variabilität sehr schwer, wenn nicht unmöglich, Formen für absolut ident zu erklären.

[2] Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. Hannover 1841. Taf. 14 Fig. 3. p. 90.

gestellten Abbildungen hervor. Es ist eigentlich nur die durchschnittlich stärkere Berippung der europäischen Formen als Unterscheidungsmerkmal festzuhalten. Die sonstigen Verschiedenheiten sind mehr scheinbar und beruhen auf der abweichenden Art der Erhaltung. Bei den amerikanischen Arten sind alle Einzelheiten der Skulptur in dem feinen kalkig-tonigen Schlamm wiedergegeben und außerdem ist die Perlmutterschale gut erhalten. Dagegen sind in den Kalksandsteinen von Dülmen in Westfalen (obere Quadratenkreide) die Umrisse zwar unverdrückt, aber nur als Steinkerne mit Schalenresten und verhältnismäßig grober Wiedergabe der Einzelheiten sichtbar.

4. Gruppe des *Scaphites constrictus*.

Scaphites constrictus Sowerby.

cf. *Sc. Conradi* var. *intermedia* Meek,

U. S. Geological Survey Territories. 9. Taf. 34 Fig. 2 = *Sc. constrictus* Schlüter, Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. Taf. 28 Fig. 5, 6 und besonders *Sc. constrictus* Sow. bei Grossouvre, Ammonites de la Craie supérieure. Taf. 31 Fig. 7, 8.

Die Abbildungen Schlüter's und Grossouvre's, die den im obersten Senon vorkommenden *Sc. constrictus* darstellen, geben einen



Fig. 9. *Scaphites constrictus* Sow. Oberstes Senon (Ob. Mucronatenkreide). Lüneburg.



Fig. 10. *Scaphites constrictus* Sow. = *Ammonites* sp. F. Roemer. Obersenon. Zarnowice a. d. Pilica (Polen).

Begriff von der starken Variabilität dieser Form. Fast noch größer ist die Mannigfaltigkeit der hierher gehörigen Varietäten aus der Oberkreide (senone Fox Hill Group) von Nordamerika, die auf Taf. 34—36 von Meek zur Darstellung gebracht worden sind. Man wird vielleicht auf den Meek'schen Tafeln vergebens nach einem Stück suchen, das gänzlich mit europäischen Formen übereinstimmt. Doch liegen mir jedenfalls drei amerikanische

Exemplare vor, an deren Identität mit *Sc. constrictus* von Lüneburg (einem Exemplar der Breslauer Sammlung) und mit Taf. 31 Fig. 7, 8 bei GROSSOUVRE nicht zu zweifeln ist. Diese von Mittel- und Westeuropa bis Dakota verbreitete Form zeigt auf den inneren Windungen kaum Andeutungen von Externknoten, die Knoten verstärken sich jedoch auf der Wohnkammer erheblich. Ferner kommen unregelmäßige und wenig deutliche Knoten im unteren Drittel der Seitenfläche hinzu.

Die Rippen sind derart entwickelt, daß sich zwischen die Seitenrippen je 3—4 Externrippen einschieben.

Die Wohnkammer erscheint nur wenig von den inneren Windungen abgelöst.



Fig. 11. *Scaphites constrictus* Sow. = *Sc. Conradi* var. *intermedia* MEEK. Obersenon (Fox hill group). Bad lands, Dakota, Montana.

Während über die Identität nordamerikanischer und europäischer Formen aus der Reihe des *Sc. binodosus* Zweifel möglich sind, verbreitet sich wenigstens eine Varietät der zusammengedrückten Scaphiten, für die der alte Name *Scaphites constrictus* SOWERBY festzuhalten ist, von Nordamerika bis Europa.

Vorkommen: Oberstes Senon (ob. Mucronatenkreide) in Nordfrankreich, Lüneburg, Polen (Zarnowice a. d. Pilica = *Ammonites* sp. FERD. ROEM., Oberschlesien. Taf. 39 Fig. 5) und Fox Hill Group in den Bad lands von Dakota und Montana.

Scaphites Roemeri D'ORBIGNY.

Sc. Roemeri D'ORB. bei SCHLÜTER, Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. Palaeontographica. 21. Taf. 27 Fig. 1—4. p. 89.

= **Scaphites Nicoletti** MEEK,

MEEK, U. S. Geological Survey of the Territories. 9. Taf. 34 Fig. 2, 4.

Trotz der Geringfügigkeit des Materials erlaubt die gute Oberflächenerhaltung die Feststellung der Identität der Skulptur

bei einem Exemplar von Haldem und einem anderen aus Montana. Bei beiden sind die Rippen sehr viel feiner als bei den verschiedenen sonstigen Varietäten von *Sc. constrictus*. Nabelknoten fehlen vollkommen, Externknoten sind auf der Wohnkammer meist entwickelt. Es vollzieht sich also eine Rückbildung dieses Merkmales, das bei *Sc. compressus* A. Roemer von Haldem schon an Deutlichkeit verloren hat. Der Nabel scheint bei den deutschen Exemplaren etwas weiter zu sein als bei den amerikanischen. Doch ist die Verschiedenheit nicht bedeutend. Jedenfalls ist die Tatsache wichtig, daß zwei Arten der jüngsten Scaphitengruppe, *Sc. constrictus* und *Roemeri*, die gleichen Merkmale in Amerika und Europa aufweisen.

Vorkommen: Haldem (untere Zone der Mucronatenkreide) und in den Bad lands von Montana. Die Exemplare liegen im Breslauer Museum.

5. Gruppe der *Scaphites spiniger* Schlüt.

Scaphites spiniger Schlüter.

Schlüter, Cephalopoden der oberen deutschen Kreide in: Palaeontographica. Taf. 25, bes. Fig. 4. p. 82.

Die vorliegende Art mußte schon deswegen abgebildet werden, um eine Vergleichung mit dem noch reicher verzierten, an amerikanische Arten erinnernden *Scaphites spinosissimus* zu ermöglichen. Doch zeigt das vorliegende Stück noch ein bezeichnendes Merkmal, welches auf der Schlüter'schen Tafel 25 nicht wiedergegeben wurde. Es findet sich auf dem inneren Teil der Wohnkammer ein deutlicher medianer Kamm, der nahe der Mündung nur andeutungsweise sichtbar ist. Ich glaube nicht, daß dieses eine Merkmal als Unterlage für Aufstellung einer besonderen Art oder Varietät dienen kann, sondern nur die Neigung zur diffusen und unregelmäßigen Variabilität in der Skulpturierung bei all diesen Formen andeutet.

Auch bei *Sc. pulcherrimus*[1] findet sich eine mediane Stachelreihe (die also dem symmetrisch liegenden Kamm von *Sc. spiniger* vergleichbar ist), jedoch liegt diese mediane Stachelreihe des *Sc. pulcherrimus* in der Nähe der Mündung und fehlt auf dem inneren Teile der Wohnkammer. Ich gebe die beiden Abbildungen, um damit den hohen Grad der Variabilität der Skulpturmerkmale zu erläutern.

Die beiden abgebildeten Stücke stammen aus dem schon von Schlüter als Hauptfundort genannten Haldem in Westfalen.

Scaphites spinosissimus Frech.

Die neue Art steht dem bekannten *Sc. spiniger* Schlüt.[2] am nächsten, unterscheidet sich aber durch den Besitz von noch zahl-

[1] Schlüter, l. c. Taf. 26 Fig. 1—6.

[2] Schlüter, Cephalopoden der oberen deutschen Kreide in: Palaeontographica. **21**. Taf. 25 bes. Fig. 4. Obersenon (Mucronatenkreide), Haldem.

reicheren Stachelreihen. Man zählt zwischen der Median-Stachelreihe und den besonders auf der Wohnkammer ausgebildeten Umbilicalstacheln drei deutliche und zwei unregelmäßig entwickelte



Fig. 12. *Scaphites spinosissimus* FRECH. Obersenon. Lemförde.



Fig. 13. *Scaphites spiniger* SCHLÜTER.
(Wohnkammer; der Bruch entspricht dem Beginn der Luftkammern.)
Mucronatenkreide, Haldem.

Stachelreihen, die sehr viel feiner sind als bei *Sc. spiniger*. Diese Art, welche in der äußeren Form der neuen am nächsten steht, besitzt zwischen den Umbilical- und Medianstacheln nur im ganzen zwei bis drei Reihen.

Die Form des aufgelösten Gewindes, d. h. die hakenförmig umgebogene Wohnkammer entspricht dagegen der der erwähnten *Sc. spiniger*.

Die Skulptur, d. h. die Entwicklung zahlreicherer Stachelreihen auf der Seitenfläche, erinnert durchaus an *Sc. cheyennensis*[1]; doch besitzt die letztere amerikanische Art ein zwar in die Länge gezogenes, also scaphitenähnliches, jedoch geschlossenes Gehäuse. Die neue Art mit der Gehäuseform von *Sc. spiniger* und der Skulptur von *Sc. cheyennensis* bildet somit ein sehr interessantes Bindeglied zwischen der Kreidefauna Westfalens und des inneren Nordamerikas. Sollte man die neue Form nicht als Art, sondern als Varietät auffassen, so wäre sie immerhin noch näher mit *Sc. spiniger* verwandt.

Vorkommen: Obersenon (obere Mucronatenkreide) von Lemförde (Westfalen). Geologisches Institut Breslau.

Scaphites tuberculatus Giebel.

= 1841 *Scaphites compressus* A. Roemer (non d'Orbigny), Verst. nordd. Kreidegeb. p. 91. Taf. 15 Fig. 1.
1849 „ *tuberculatus* Giebel, Jahresber. naturw. Ver. Halle p. 20.
1852 „ *tuberculatus* Giebel, Fauna der Vorwelt. **3.** p. 336.
non 1850 *Ammonites diverse-sulcatus* Alth., Ibid. p. 204. Taf. 10 Fig. 28.
non 1872—76 *Scaphites Roemeri* d'Orb. bei Schlüter, Palaeontographica. **21.** Taf. 27 Fig. 1—4. p. 89.

Die in ziemlich weiten Grenzen variierende Art, welche durch zahlreiche, feine und scharfe Rippen gekennzeichnet ist, läßt in bezug auf die Ornamentierung gewisse Unterschiede erkennen. Es gibt, wie schon Schlüter zutreffend hervorhob, Formen, bei denen die Wohnkammer ganz oder fast ganz glatt ist. Ferner kommen solche mit zwei Reihen und solche mit einer (externstehenden) Reihe von Höckern vor. Wenn auch alle diese Typen eine große Variationsreihe bilden, so scheint es doch nicht angezeigt, die Unterschiede der Ornamente bei der Bezeichnung vollkommen außer acht zu lassen:

1. Nun liegen mir die Originalexemplare F. A. Roemer's vor, welche auf der Wohnkammer zwei deutliche Reihen von Höckern zeigen. Für diese Form hat Giebel, da der Name *compressus* d'Orb. schon vergeben war, die Bezeichnung *tuberculatus* vorgeschlagen. Demnach hat diese als Art oder Varietät zu bezeichnende Form auch weiter den Namen *tuberculatus* zu tragen.

2. Die Formen mit einer (externstehenden) Reihe von Knoten, die Schlüter auf Taf. 27 Fig. 1—4 abbildet, sind dagegen als *Scaphites Roemeri* d'Orbigny zu bezeichnen. Zu diesem

[1] Meek, United States Geological Survey of the Territories. **9.** 1876. Taf. 25 Fig. 3. p. 437. (Fort Benton Group.)

Sc. Roemeri D'ORB., der typisch bei Haldem vorkommt, rechne ich als Synonym *Sc. Nicoletti* MEEK, der im Westen von Nordamerika, in Montana, vorkommt.

Vorkommen: *Sc. Roemeri* mit zwei Knotenreihen ist sicher nur von Lemförde (aus der Mucronatenkreide) bekannt. Doch ist die Verschiedenheit von *Sc. abyssinus*[1] jedenfalls nur ganz außerordentlich geringfügig; *Sc. abyssinus* kennzeichnet die Fox Hill-Gruppe.

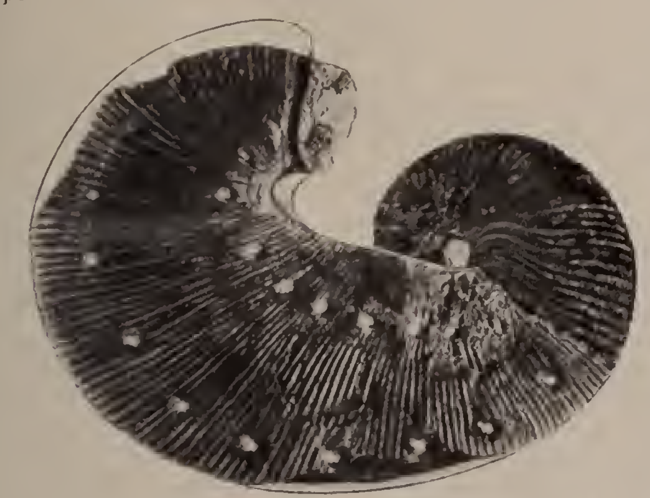


Fig. 14. *Scaphites tuberculatus* GIEBEL = *Sc. compressus* F. A. ROEMER = *Sc. Roemeri* D'ORB. sp. Zwei Originale F. A. ROEMER's, ebenso kombiniert wie bei F. A. ROEMER, Taf. XV Fig. 1. Obersenon. Lemförde.

Über den Mündungssaum und die Konvergenzerscheinungen der Skulptur bei den Scaphiten.

Der Mündungssaum der Scaphiten ist ein Merkmal, dessen Ausbildung bei den hierher gehörigen Formen zu schwanken scheint. Vorwiegend beobachtet man lediglich eine Verdickung des äußeren und inneren Mündungssaums, die somit der Schale den notwendigen Halt verleihen soll. Eine derartige ringförmige Verdickung konnte ich sowohl bei den ältesten Formen, d. h. bei *Scaphites aequalis* wie bei dem sehr viel jüngeren *Sc. aquisgranensis* aus dem Untersenon deutlich wahrnehmen.

Über das Vorhandensein von paarigen Ohren zu Seiten der Mündung liegen nur lückenhafte Beobachtungen vor. Am besten sind die Ohren bei dem von SCHLÜTER beschriebenen *Sc. auritus* aus dem Oberturon bekannt. Sie befinden sich hier[2] ungefähr in

[1] MEEK, U. S. Geological Survey of the Territories. 9. Taf. 25 Fig. 2, 4.

[2] Palaeontographica. 21. Taf. 23 Fig. 5, 7.

der Mitte der Seitenfläche. Außerdem sind mir keine sicheren Beobachtungen über Seitenohren bekannt, so daß auf dieses bei einer vereinzelten Art beobachtete Merkmal vorläufig keine weitergehenden Schlüsse über Systematik etc. begründet werden können.

Von allgemeinerer Bedeutung ist dagegen eine ziemlich stark verdickte Innenlippe, die geradlinig vorspringt und den Zweck der inneren Verfestigung des Gehäuses zu haben scheint. Die Innenlippe ist bei zahlreichen europäischen und amerikanischen Arten beobachtet worden, so bei *Sc. aequalis*, *Warreni*, *spiniger*, *abyssinus* u. a. Es ist somit dieses Merkmal, wie es scheint, allgemein verbreitet. Die in der Seitenansicht dornartig erscheinende, tatsächlich (d. h. bei der Betrachtung von oben) breit angelegte Innenlippe (Fig. 4b, 5, 7, 13) scheint die Bezeichnung *Sc. spiniger* veranlaßt zu haben.

Für die Frage der angeblichen Abstammung der lebenden und pliocänen *Argonauta* von den vor dem Schluß der Kreidezeit ausgestorbenen Scaphiten ist bisher allein die Ähnlichkeit der Oberflächenskulptur maßgebend gewesen. Nun zeigt diese Skulptur, wie die abgebildeten Beispiele von *Sc. pulcherrimus* und *spiniger* zeigen, an sich eine sehr große diffuse Variabilität und kehrt vor allem in ähnlicher Form bei den mitteltriadischen Trachyceren (*Protrachyceras*), ja sogar bei einzelnen Nautileen (*Pleuronautilus*), wieder. Es handelt sich also bei *Argonauta*, *Scaphites* und *Protrachyceras* um Konvergenzerscheinungen, deren Bedeutung noch durch die unbestimmte Richtung der Variabilität vermindert wird.

Schluß.

Aus den vorstehenden Darlegungen ergibt sich, daß die Gruppe des *Scaphites Geinitzi* und *aequalis* geologisch und stammesgeschichtlich einheitlich ist und daß die Formenreihe des *Sc. kieslingwaldensis* und *Lamberti* unmittelbar aus ihr hervorgeht; in etwas divergierender Weise scheint sich die Gruppe des *Sc. binodosus* direkt an die des *Sc. Geinitzi* anzugliedern.

In welcher Weise sich die beiden Formenkreise des *Sc. constrictus* und *pulcherrimus* entwickeln, ist bei der geringen Zahl der Merkmale nicht so sicher festzustellen. Nur die allmählich mit dem geologischen Alter vorschreitende Größenentwicklung ist ohne weiteres klar. Die kleinen Formen sind die ältesten, die mittelgroßen gehören dem Emscher und älteren Senon, die größten dem Obersenon an. Im allgemeinen ist ferner eine sich steigernde Komplikation der Skulptur, d. h. der Zahl der Dornenreihen zu beobachten.

Zusammen mit der weiten geographischen Verbreitung in den nördlichen Kreidemeeren besitzen die Scaphiten demnach leicht wahrnehmbare Merkmale, die ihre Verwendung als Zonenammoniten rechtfertigen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Capitosaurus arenaceus Münster.

Von **F. Broili.**

Mit 2 Textfiguren.

Der im Jahre 1836 durch den Grafen Münster[1] aufgestellte *Capitosaurus arenaceus* aus dem Keupersandstein von Benk bei Bayreuth ist einer der am längsten bekannten Stegocephalen aus der deutschen Trias. Die teilweise ungenügenden Abbildungen der Art in überdies ziemlich seltenen Werken[2] veranlassen mich, gelegentlich des Studiums dieses Fossils, das sich in der Kgl. Kreissammlung zu Bayreuth befindet, an der Hand neuer Figuren einige Bemerkungen zu geben.

Bei *Capitosaurus arenaceus* handelt es sich um ein Schädelfragment, dem neben anderem vor allem die hintere Begrenzung des Schädels fehlt; auch der Unterkiefer ist, entgegengesetzt der späteren[3] Behauptung H. v. Meyer's (Fauna der Vorwelt, p. 152), nicht erhalten. Das Fossil ist in einen gelblichweißen, feinkörnigen Sandstein eingebettet, der nach Gümbel[4] noch den sogenannten Grundgipsschichten des Keupers angehört (Benker Sandstein). Die Knochen selbst zeigen eine hellweiße Farbe und sind von sehr weicher, teilweise mulmiger Beschaffenheit, was der Präparation, die ich, um Einblick auf die bisher unbekannte Schädelunterseite zu gewinnen, durch unseren Präparator Herrn Spang vornehmen ließ, sehr hinderlich war. In Hinsicht darauf, daß es sich um ein Unikum, dazu Original handelt, war mir der bei solcher Erhaltung aussichtsvollere Weg der Jaekel'schen Methode: die Knochenmasse durch Präparation zu entfernen und von dem so gewonnenen Negativ Ausgüsse zu gewinnen, verschlossen.

---

[1] Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie u. Petrefaktenkunde von Leonhard u. Bronn. Jahrg. 1836. p. 580.

[2] Braun, Verzeichnis der in der Kreisnaturalien-Sammlung zu Bayreuth befindlichen Petrefakten. Leipzig 1840 (Voß). p. 79. Taf. III. — H. v. Meyer und Prof. Dr. Th. Plieninger, Beiträge zur Paläontologie Württembergs. 1844. p. 10. — H. v. Meyer, Zur Fauna der Vorwelt. Die Saurier des Muschelkalks etc. 1847—1855. p. 152. Taf. 59 Fig. 3—5. Siehe auch Palaeontographica. 6. 1856—58. p. 235.

[3] In der „Paläontologie Württembergs“ p. 10 betont H. v. Meyer ausdrücklich, daß der Schädel ohne Unterkiefer zur Ablagerung kam.

[4] Gümbel, Geologie von Bayern. 2. 1894. p. 756.

Das Schädeldach ist als solches in der Hauptsache nur mehr in einem dünnen hautähnlichen Überzug der inneren Knochenlamellen erhalten; nur an einzelnen Stellen, besonders in der vorderen Gesichtsgegend, sind dickere Knochenpartien stehen geblieben, die gelegentlich noch die für die Mehrzahl der Stegocephalen charakteristische „grubige" Oberflächenbeschaffenheit des Schädeldaches erkennen lassen. Infolge dieses Umstandes sind auch die für das Genus *Capitosaurus* so bezeichnenden Schleimkanäle hier, wenn man auch an einzelnen Stellen solche zu sehen vermeint, nirgends mit völliger Sicherheit festzustellen; hingegen sind die Schädelnähte an vielen Stellen erhalten, und an der Hand der so gegebenen Richtpunkte läßt sich für fast alle der vorhandenen Schädelelemente der Verlauf der trennenden Suturen verfolgen.

Wie bei allen Vertretern der Gattung *Capitosaurus* sind auch bei unserer Art die rundlichen, nach oben gerichteten Augen sehr klein, ihr größter Längsdurchmesser beträgt 3,6 cm, ihr größter Querdurchmesser 3 cm. Spuren eines Scleroticaringes gelangen nicht zur Beobachtung. Im Gegensatz dazu erscheint das Foramen parietale noch ziemlich groß, es weist einen Durchmesser von 0,7 cm auf. Die linke äußere Nasenöffnung ist nicht erhalten, auch die rechte zeigt etliche Beschädigungen, so daß der Umriß ein unsicherer ist; nach allem zu schließen, scheint er oval gewesen zu sein.

Auf Grund der Nähte bezw. ihrer Spuren lassen sich folgende Schädelelemente feststellen: Parietalia, Frontalia, Nasalia, Postorbitalia, Postfrontalia, Praefrontalia (Lacrimalia), Lacrimalia (Adlacrimalia, Postnasalia), Jugalia, Maxillaria. Dazu kommen noch Teile der Postparietalia und Supratemporalia; auch die Praemaxillaria sind vorhanden, aber eine Begrenzungssutur gegen die Nasalia ist nirgends auffindbar. Unter diesen Belegknochen fallen die Parietalia durch ihren schildförmigen Umriß besonders auf. Wie bei allen Stegocephalen, deren Augen weit vom Schädelvorderrand entfernt liegen, sind die Knochen der vorderen Schädelpartie lang gestreckt, was hier besonders bei den Praefrontalia zum Ausdruck kommt, die mit den Jugalia die vordere und seitliche Begrenzung der Augen übernehmen, während der Abschluß nach hinten durch die Postorbitalia und Postfrontalia erfolgt. Ob die Frontalia sich noch an der vorderen Begrenzung der Augen beteiligen, wie z. B. bei *Capitosaurus nasutus* H. v. Meyer, kann ich infolge der ungenügenden Erhaltung nicht mit Sicherheit entscheiden; wenn es der Fall gewesen ist, dürfte es sicherlich nur eine ganz kleine Strecke gewesen sein, denn Postfrontalia und Praefrontalia sind, soweit sich das beobachten läßt, zum mindesten einander sehr nahegerückt.

Die Schädelunterseite konnte, soweit sie erhalten war, teilweise freigelegt worden. Leider fehlt, wie schon erwähnt, der

hintere Teil des Schädels mit dem Hinterhaupt. Der Versuch, die Vomerregion auch aufzudecken, mußte aufgegeben werden, da das gerade an dieser Stelle sehr harte und spröde Gestein ziemlich dünn ist und infolgedessen die Gefahr bestand, den an dieser Stelle schon mehrfach gebrochenen Schädel noch mehr zu gefährden.

Im großen und ganzen ähneln die freigelegten Teile der Schädelunterseite sehr dem von *Capitosaurus nasutus* H. v. Meyer, von dem jüngst H. Schröder[1] in seiner schönen Monographie über *Capitosaurus Helgolandiae* eine ausgezeichnete Abbildung gibt (Taf. 19). Die hinteren Winkel der großen Gaumengruben sind indessen bei unserer Spezies mehr spitz eiförmig geformt gegenüber den mehr gerundete Formen aufzeigenden Gaumengruben bei *C. nasutus*. Die Suturen des trapezoidischen Parasphenoid gegen die Pterygoidea lassen sich nicht verfolgen; der Processus cultriformis scheint relativ etwas breiter zu sein wie bei *C. nasutus*. An der Bruchfläche, welche das Parasphenoid nach hinten abschließt, zeigen sich im Gestein noch die Durchschnitte einzelner Knochen; der eine dürfte ein Rest des rechten Exoccipitale laterale sein, zwei andere Reste der hinteren Flügel der Pterygoidea.

Die Zähne sind auf der rechten Seite teilweise erhalten; es sind schlanke, in der unteren Hälfte gefurchte Kegelzähne, die ziemlich dicht aneinanderstehen und nach hinten allmählich kleiner werden. Ein ausgebrochenes Stück im vorderen Teil des Maxillare der rechten Seite läßt eine mit den Maxillarzähnen parallele zweite Zahnreihe auf dem Palatinum erkennen: außerdem wurde bei dem Versuch, den Vomer zu entblößen, die Basis eines größeren Kegelzahns freigelegt, die aber sofort zerfiel und lediglich eine kreisrunde Öffnung hinterließ. Ein weiterer sehr großer Vomerzahn zeigt sich im Längsschnitt an einem Bruchstück der vorderen Schnauzenregion. Aus diesen Feststellungen geht nun hervor, daß die Bezahnung von *C. arenaceus* der von *C. nasutus* und *C. Helgolandiae* ganz ähnlich war, die ebenso eine zweite Zahnreihe auf dem Palatin und kräftige Vomerbezahnung erkennen lassen.

Unser Schädel erreicht in der Mittellinie eine größte Länge von ca. 29 cm und eine größte Breite (über die Augen gemessen) von ca. $20\frac{1}{2}$ cm; er besitzt also sehr ähnliche Ausmaße wie jenes schöne, von H. Schröder[2] abgebildete Exemplar von *C. nasutus*, das bei einer Länge in der Mittellinie von fast 28 cm über den Augen nahezu 18 cm Breite mißt. Überhaupt scheint *C. nasutus* aus dem mittleren Buntsandstein die nächste verwandte Form zu sein, denn *C. Helgolandiae* aus den Grenzschichten von Zechstein und Buntsandstein besitzt neben größeren Dimensionen und anderen Differenzen vor allem eine mehr spitz-dreieckige Schädelform.

---

[1] H. Schröder, Ein Stegocephalen-Schädel von Helgoland. Jahrb. d. k. preuß. Landesanst. f. 1912. **33**. II. Teil. Heft 2.

[2] l. c. Taf. 17.

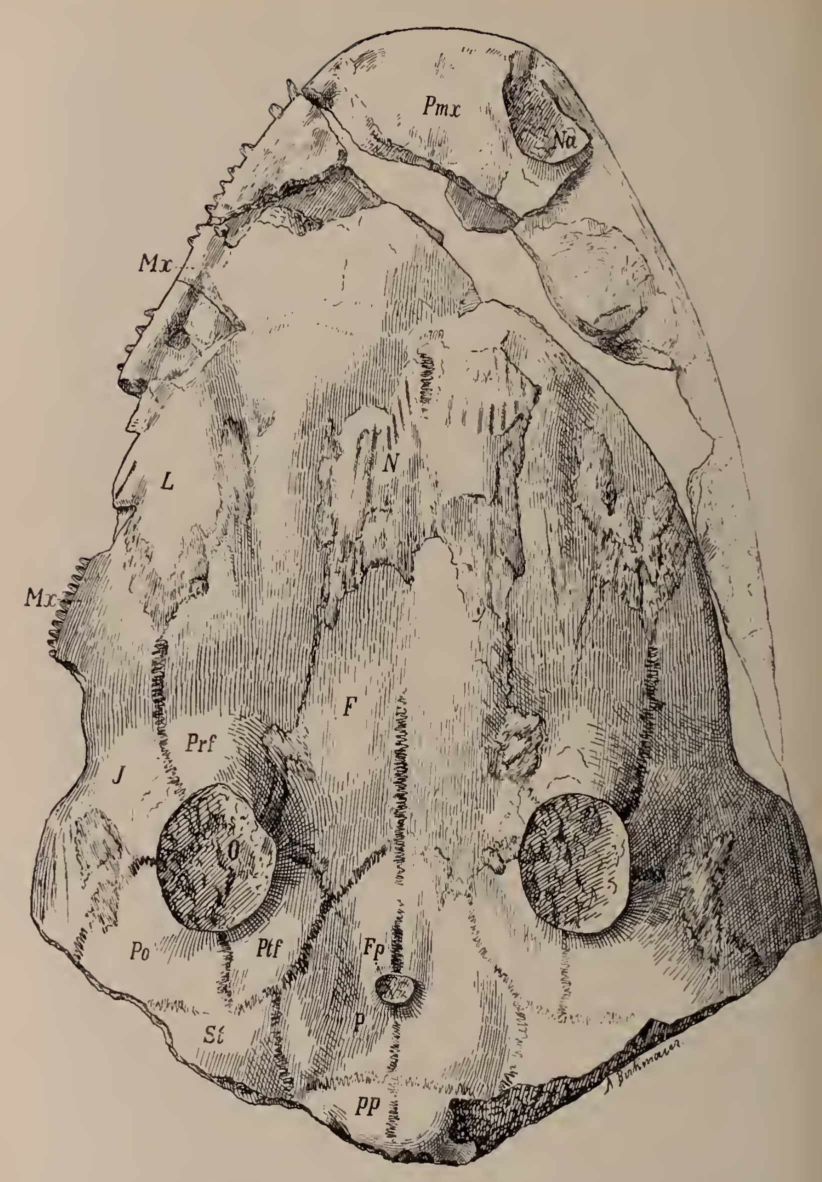


Fig. 1. *Capitosaurus arenaceus* Münster, Schädeloberseite aus dem Keuper (Grundgipsschichten) von Benk bei Bayreuth.

Na Nasenöffnung, *O* Augenöffnung, *Fp* Foramen parietale, *Pmx* Praemaxillare, *Mx* Maxillare, *N* Nasale, *F* Frontale, *P* Parietale, *PP* Postparietale, *L* Lacrimale, *Prf* Praefrontale, *J* Jugale, *Ptf* Postfrontale, *Po* Postorbitale, *St* Supratemporale. ½ natürl. Größe.

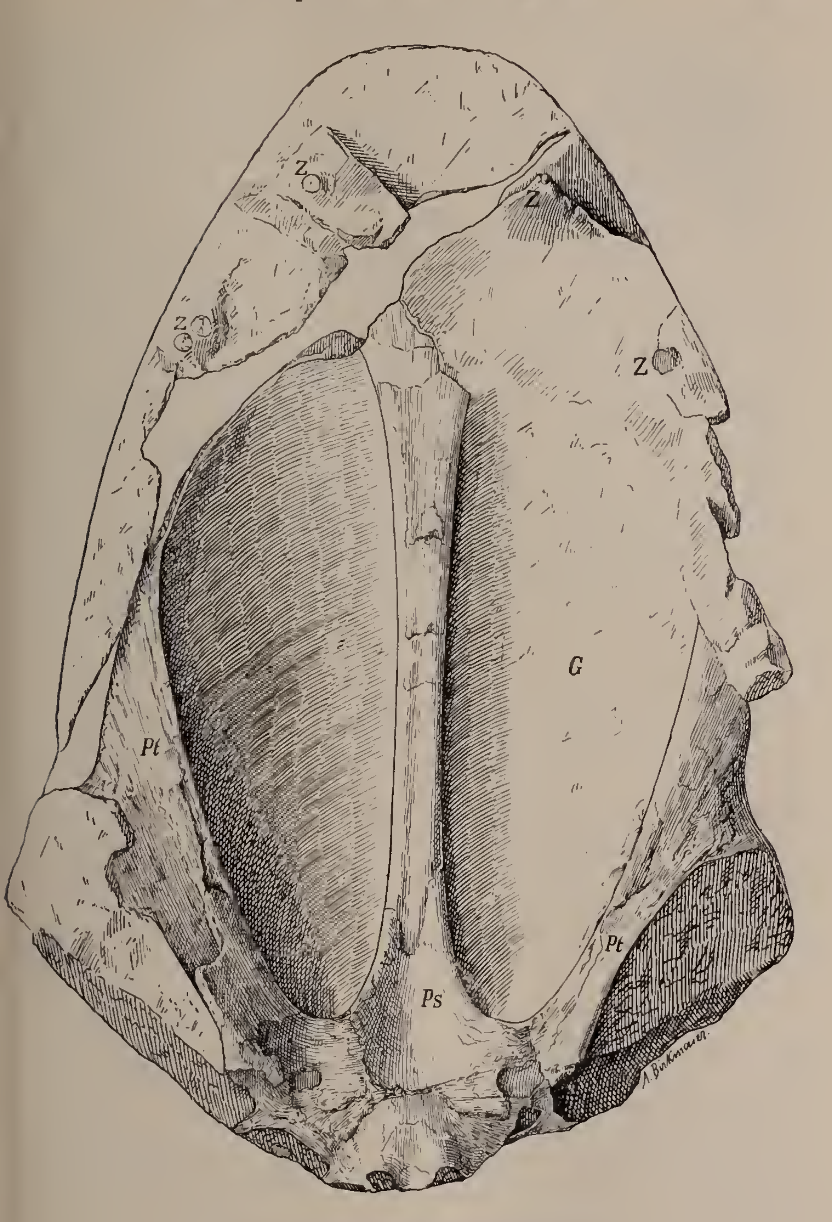


Fig. 2. Desgleichen Schädelunterseite.

Ps Parasphenoid, *Pt* Pterygoid, *Z* Zähne, *G* Gaumengruben.
$\frac{1}{2}$ natürl. Größe.

Auf die übrigen „Arten“ der Gattung *Capitosaurus*, bei denen es sich zumeist um teils unvollständige oder teils zweifelhafte Formen handelt, brauche ich nicht näher einzugehen, zumal da H. Schröder[1] sie eingehend bespricht und die entsprechenden Literaturhinweise gibt. Auch bei dem jüngst durch Wiman[2] beschriebenen *C. polaris* aus der Trias Spitzbergens handelt es sich um ein Bruchstück.

Es erübrigt nur noch die Frage, die auch Schröder aufwirft, ob es sich bei unseren Stegocephalen aus dem Keuper von Benk bei Bayreuth nun auch wirklich um die Gattung *Capitosaurus* handelt und ob nicht ein *Cyclotosaurus* vorliegt.

Mit diesem Gattungsnamen belegte seinerzeit E. Fraas[3] diejenigen Formen, die, im Gegensatz zu den echten Capitosauriern mit einem offenen Ohrenschlitz, eine geschlossene Ohrspalte aufzuweisen haben. Da nun bei unserem *Capitosaurus arenaceus* gerade diese Region weggebrochen ist, kann diese Frage nicht beantwortet werden. (Außer bei *Cyclotosaurus* sind geschlossene Ohrenschlitze bis jetzt nur noch bei den unterpermischen nordamerikanischen Vertretern *Cacops* und *Trematops* Williston[4] beobachtet worden.) Dieses Merkmal, der Besitz eines geschlossenen Ohrenschlitzes, ist das einzige, das *Cyclotosaurus* von *Capitosaurus* trennen soll; im übrigen ist die Anordnung und Gestalt sowohl der Knochen des Schädeldaches als auch der Elemente der Schädelunterseite völlig die gleiche. Auch in der Art der Bezahnung, besonders in der Vomergegend, herrscht dieselbe Übereinstimmung. Man vergleiche zu diesem Zweck nur die Schädelunterseiten von *Cyclotosaurus posthumus* E. Fraas[5] mit denen von *Capitosaurus nasutus* und *Helgolandiae*[6]! In der Mitte zwischen den Vertretern mit geschlossenen Ohrenschlitzen und solchen mit offenem Ohrspalt steht nun jener von A. S. Woodward[7] als *Capitosaurus stantonensis* aus dem unteren englischen Keuper von Stanton (Staf-

---

[1] l. c. p. 260 etc.

[2] C. Wiman, Über die Stegocephalen aus der Trias Spitzbergens. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. **13**. 1914. Taf. 8. p 21.

[3] E. Fraas, Die Labyrinthodonten der schwäbischen Trias. Palaeontographica. **36**. 1889. p. 134.

[4] S. W. Williston, New or little-known Permian Vertebrates. *Trematops* new genus. Journ. of Geol. **17**. 1909. *Cacops, Desmospondylus*, new genera of Permian Vertebrates. Bull. of the Geol. Soc. of America. **21**. 1910.

[5] E. Fraas, Neue Labyrinthodonten aus der schwäbischen Trias. Palaeontographica. **60**. 1913. Taf. 20.

[6] H. Schröder, l. c. Taf. 18 und 19.

[7] On two new Labyrinthodont skulls of the genera *Capitosaurus* and *Aphaneramma*. Proc. Zool. Soc. of London. 1904. **2**. p. 170.

fordshire) beschriebener Stegocephale, bei welchem diese Region beinahe — wenn nicht vollständig — geschlossen ist („the deep notches for the auditory meatus are nearly, if not completely, surrounded by bone"). Die Umwallung des Ohrenschlitzes durch die Belegknochen des Schädelhinterrandes — die ich für eine Alterserscheinung halte — ist also bei der englischen Form noch nicht so weit vorgeschritten als bei den deutschen Vertretern, so daß man im Zweifel sein kann, zu welcher der beiden „Genera" sie zu stellen ist. A. S. Woodward hat die Bezeichnung „*Capitosaurus*" gewählt, und ich halte diese Wahl für die richtige, und aus dem bereits ausgesprochenen Grunde, daß es sich bei dem knöchernen Abschluß der Ohrenschlitze nach hinten um eine Alterserscheinung handelt, die bei den deutschen Vertretern schon weiter vorgeschritten ist als bei *C. stantonensis*, glaube ich, daß wir berechtigt sind, die Gattung *Cyclotosaurus* einzuziehen und den Namen *Capitosaurus* an ihre Stelle zu setzen, welche Meinung bereits K. v. Zittel in seinem Handbuch 1888. III. p. 404, vertreten hat, als ihm offenbar die Arbeit von E. Fraas für die Palaeontographica vorlag (1889 erschienen).

Über dorsale Wirbelsäulenkrümmung fossiler Vertebraten.

Von Dr. **Edw. Hennig.**

In den jüngsten seiner anregenden faunistisch-faziellen Studien erwähnt Deecke[1] die Erhaltung von *Archaeopteryx* und Pterosauriern mit zurückgelegtem Kopfe. Er sucht diese unnatürliche Lage dahin zu erklären, daß die Tiere im seichten Wasser nach Krebstieren und anderer Beute tauchten und im Schlamm stecken blieben. Ich möchte meinen, daß ein Taucher im allgemeinen doch genügend Feingefühl für das Medium haben wird, um solchen Gefahren entgehen zu können. Vor allem ist aber darauf hinzuweisen, daß in den gleichen Solnhofener Ablagerungen neben dem ersten Vogel und mehreren Flugsauriern auch der berühmte kleine Dinosaurier *Compsognathus* in derselben Lage erhalten ist. Bei ihm ist der gleiche Verdacht gewiß ausgeschlossen. Die dorsale Einkrümmung des Halses kann schon nach dieser Übereinstimmung nicht wohl in den Lebensgewohnheiten ihren Ursprung haben.

Bei den Dinosaurier-Ausgrabungen in Deutsch-Ostafrika lenkte Herr Professor Janensch meine Aufmerksamkeit auf die Tatsache,

[1] Deecke, Über Crustaceen. N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. I. Heft 3. p. 125.

daß die zwei im Zusammenhange erhaltenen Schwanzwirbelsäulen des dortigen Stegosauriers etwa halbkreisförmig dorsal eingebogen lagen. Ganz gewiß haben die Tiere schon wegen der Belastung mit kräftigen Hautstacheln kein Ringelschwänzchen getragen, und mit einem Todeskampfe hat die Erscheinung in der Schwanzregion wohl auch nichts zu tun. Tornier[1] machte darauf aufmerksam, daß nach den Fundberichten auch bei *Diplodocus* Ähnliches beobachtet wurde. Er dachte dabei an gewaltsame Verschiebungen durch Aasfresser, die sich an dem Kadaver zu schaffen gemacht hätten, wies aber mit Recht den Gedanken von sich ab, daraus auf die Haltung des lebenden Tieres zu schließen. Ein Sauropode lag ferner im Kilwa-Hinterlande mit fast rechtwinklig gegen den Rumpf nach oben abgeknicktem Halse. Mit der natürlichen Haltung im Leben konnte das auch hier bestimmt nicht in Verbindung gebracht werden.

Was wir so bei land- und luftbewohnenden Wirbeltieren an Hals und Schwanz sehen, betrifft bei Wasserbewohnern die ganze Wirbelsäule oder auch den Rumpfabschnitt besonders.

Abel bespricht in seiner Paläobiologie[2] eine Platte mit *Leptolepis*, gleichfalls von Solnhofen. Alle diese kleinen Fische sind kräftig gekrümmt. Abel führt das auf heftige Schlagbewegungen im Todeskampfe zurück, offenbar in der Vorstellung eines aufs Trockene geratenen Schwarmes, der in sein Element zurückzukommen trachtete. Gewiß ein recht lebendiges, die Einbildungskraft anregendes Bild. Wer hätte nicht schon Fische auf dem Lande jene schlängelnden Schlagbewegungen ausführen sehen! Aber wie auf der Abbildung zu sehen ist, sind sämtliche Individuen, etwa 20, in dorsaler Richtung eingekrümmt. Das gleiche läßt sich bei Hunderten von Exemplaren von dort nachprüfen, die in allen Sammlungen einzeln oder auf größeren Platten vereint vorkommen. Das Berliner geologisch-paläontologische Universitäts-Institut und Museum besitzt eine prächtige derartige Platte mit 27 ebenfalls ausnahmslos in der angegebenen Weise erhaltenen Exemplaren. Sobald eine Krümmung überhaupt vorliegt — sie kann bis zur Berührung, ja Kreuzung von Kopf- und Schwanzende gehen —, ist ausnahmslos die Bauchseite die konvexe. Und das ist nicht auf *Leptolepis sprattiformis* und nicht auf Solnhofen beschränkt, sondern findet sich in vielen fischreichen Schiefern, natürlich nur bei einigermaßen schlank gebauten Formen. Ich erinnere an die alpinen Triasschiefer mit *Pholidophorus pusillus*, an die kleinen, schon plumperen *Eurylepis tuberculatus* aus den schwarzen Kohlenschiefern des Carbons von Ohio, an manche Exemplare von *Rhinellus furcatus* aus der Oberkreide Westfalens

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1910. p. 574.

[2] Paläobiologie 1912. p. 95—98.

und des Libanons. Die Beispiele ließen sich leicht vermehren. Sie genügen aber wohl bereits, um zu zeigen, daß es sich um eine ganz gesetzmäßig auftretende, mit willkürlichen Bewegungen nicht zusammenhängende Bewegung handelt.

Pompeckj hat denn auch eine durchaus einleuchtende Erklärung gegeben, indem er im Hinblick auf dieselben Erscheinungen bei *Palaeoniscus* erklärt: „Die Krümmung vieler Palaeonisci ist Totenstarre, bei den schlanken Fischen vielleicht noch so beeinflußt durch Verwesungsgase im Bauch der Fische, daß der Rücken eingebogen wurde“ [1].

Das Wesentlichste an dieser Auffassung ist die Betonung der postmortalen Veränderung. Eine entstehende Spannung durch Gasentwicklung im Innern des Kadavers mag dabei im Spiele sein oder nicht. Für Krümmungen des Hals- oder Schwanzteiles der Wirbelsäule wird sie kaum in Frage kommen. Die Ursache der steten Einbiegung in dorsaler Richtung wird vielmehr in allen den genannten Fällen in Muskeln, Bändern, Sehnen, je nach dem Bau des Tieres, das man vor sich hat, und dem betroffenen Teile des Körpers zu suchen sein. Indem derartige der Wirbelsäule aufsitzende Teile schrumpfen, während der übrige Weichkörper in Auflösung begriffen ist, wird der Körper auf der Oberseite zusammengezogen. Im allgemeinen wird das nur möglich sein, ehe Sedimente den Kadaver umhüllen oder doch bedecken. Man kann also allenfalls von Todeskrampf sprechen, mit Todeskampf und dergleichen hat die Erscheinung nichts zu tun. Die dorsale Rückeneinkrümmung ist weder ein Zeichen für Absterben wasserbewohnender Wirbeltiere auf dem Trockenen, noch für mißglückte Tauchversuche auf dem Lande und in der Luft lebender Formen, sondern nach dem Tode und vor der eigentlichen Einbettung automatisch zustande gekommen, unbeeinflußt durch Einwirkungen von außen und unabhängig von Lebensweise und Todesart.

Beiträge zur Kenntnis der Quarzporphyre in der Umgebung von Oberschönau i. Thür.

Von **Emil Ullrich** aus Oberschönau i. Thür.

Die vorliegende Arbeit bildet eine petrographische Untersuchung der Quarzporphyre in der Gegend von Oberschönau, Kreis Herrschaft Schmalkalden. Als südlichste Grenze wurde der Braukopf, als nördlichste die Linie Zimmerskopf—Schwarzerkopf—Hellenberg angenommen. Im Osten bildet der Dörrekopf, im

[1] Pompeckj, Das Meer des Kupferschiefers. Branca-Festschrift 1914. p. 484, Fußnote.

Westen die Linie Hellenberg—Hermannsberg—Steinhauk—Braukopf die Grenze. Dieses Gebiet ist auf den Meßtischblättern Tambach, Mehlis und Gräfenroda der Kgl. Preuß. Landesaufnahme topographisch dargestellt. Zur geologischen Orientierung diente die Beyschlag'sche geologische Übersichtskarte des Thüringer Waldes.

An Literatur wurde u. a. benutzt:

F. v. Wolff, Beiträge zur Petrographie und Geologie des „Bozener Quarzporphyrs". N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXVII. 1909. p. 72.

Ch. E. Weiss, Porphyre des Thüringer Waldes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **29**. 1877. p. 418, 423.

O. Mügge, Untersuchungen über die „Lenneporphyre" in Westfalen und den angrenzenden Gebieten. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. VIII. 1893. p. 535.

K. Lossen, Sphärolithische Porphyre des Harzes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **19**. 1867. p. 14.

— Quarzporphyr vom Spitzinger Stein bei Thal, Thüringen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **34**. 1882. p. 678.

— Porphyre mit geschwänzten Quarzeinsprenglingen von Thal im Thüringer Wald. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **39**. 1887. p. 837.

Aug. Streng, Quarzporphyr von Münster am Stein. N. Jahrb. f. Min. etc. 1873. p. 227.

H. D. Mehner, Die Porphyre und Grünsteine des Lennegebietes in Westfalen. Tscherm. Min.-petr. Mitt. 1877. p. 127—178.

H. Laspeyres, Beitrag zur Kenntnis der Porphyre und petrographische Beschreibung der quarzführenden Porphyre von Halle an der Saale. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **16**. 1864. p. 367—460.

E. Haase, Beitrag zur Kenntnis der Quarzporphyre mit kleinen Kristalleinschlüssen aus der Gegend von Halle a. S. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXVIII. 1909. p. 72—150.

E. Laufer, Die Quarzporphyre der Umgegend von Ilmenau. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **48**. 1896. p. 22—49.

Hermann Bross, Der Dossenheimer Quarzporphyr. Ein Beitrag zur Kenntnis der Umwandlungserscheinungen saurer Gesteinsgläser. Inaug.-Diss. Tübingen 1910, aus: Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. **66**. 1910. p. 64—114. Mit 4 Tafeln.

Beyschlag, Überblick über die Zusammensetzung des Thüringer Waldgebirges, insonderheit über das Rotliegende desselben. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **47**. 1895. p. 596.

Nach Beyschlag[1] treten die hier untersuchten Gesteine mit Ausnahme des Hermannsbergporphyrs als Lager und Decken in den Oberhöfer Schichten des Mittelrotliegenden auf. Er unterscheidet in diesen Schichten drei Haupttypen von Porphyren:

[1] l. c. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **47**. 1895. p. 606.

„1. einen sehr grobkörnigen Porphyr mit über 1 cm (oft 3—4 cm) großen Orthoklasen, kleinen Plagioklasen und großen Quarzen (Typus Greifenberg-Porphyr);

2. einen mittelgrobkörnigen Porphyr, welcher in feinkörniger bis dichter Grundmasse ca. 5 mm große Orthoklase, viel Quarz und viel Biotit enthält (Typus Jägerhaus-, Bundschildskopf-Porphyr);

3. einen fluidalen, splittrigen Quarzporphyr, oft sphärolithisch und mit nur kleinen Quarz- und Feldspat-Einsprenglingen (Typus Rumpelsberg-, Schneekopf-, Jüngerer Tambacher Porphyr).

Während der ganz grobe Porphyr wohl einen einzigen einheitlichen Erguß darstellt, welcher älter ist als die anderen Porphyre, so sind die beiden letzteren als eine größere Anzahl von zeitlich sich nahestehenden Ergüssen aufzufassen, deren jüngster allerdings wesentlich aus dem dichten fluidalen Porphyr besteht."

Alle drei eben beschriebenen Varietäten sind in dem untersuchten Gebiet vertreten. Den gewaltigen Porphyrerguß vom Großen Hermannsberg rechnet Beyschlag zu den Goldlauterer Schichten des Mittelrotliegenden.

1. Allgemeiner Teil.

1. Makroskopische Betrachtung.

Die Farbe der untersuchten Quarzporphyre ist rot, violettrot bis -braun, seltener auch fahlgrün oder grüngrau. Die Farbentöne, welche durch Eisen hervorgerufen werden, verdanken ihre Art und Stärke der Menge des Eisens und seinen jeweiligen Verbindungen. Mit dem Eintritt der Verwitterung und Zersetzung verblassen meist die lebhaften Färbungen und gehen in graue und weißliche, auf Kaolinisierung der Grundmasse beruhende Töne über.

Verbreitet ist unregelmäßig polyedrische und plattige Absonderung. Die erstere ist meist bei den älteren (Typus Greifenberg-Porphyr und Typus Jägerhaus-Porphyr), die letztere gewöhnlich bei den fluidalen, jüngeren Porphyren (Typus Jüngerer Tambacher Porphyr) zu finden. In der Regel sind die Gesteine so uneben und unregelmäßig zerklüftet, daß gar keine bestimmte Art von regelmäßiger Absonderung zu erkennen ist. Bei weitgehender Verwitterung zerfallen die Gesteine zu scharfkantigen Scherben oder zu einem gröberen oder feineren, zackigen Grus. Infolgedessen wird nur der Quarzporphyr vom Steinhauk gebrochen in einem Steinbruch im Kanzlersgrund, an der Stelle, wo sich die Oberhöfer und die Mehliser Straße zur Oberschönauer Chaussee vereinigen. Das hier gewonnene Gestein wird zur Wegebeschotterung benutzt.

Was die **makroskopische Struktur** der Quarzporphyre betrifft, so ist neben der eigentlichen porphyrischen auch noch sphärische und fluidale Struktur zu erwähnen.

In der Grundmasse des Porphyrs vom Gipfel des Hellenberges beobachtet man vollständige Kügelchen von 2—10 mm Durchmesser derartig zahlreich, daß dadurch eine ausgesprochen sphärische Struktur des Gesteins sehr augenfällig in die Erscheinung tritt. Es ist ein typischer Kugelporphyr. Mitunter erreichen vereinzelte dieser sphärischen Gebilde sogar einen Durchmesser von 5—10 cm und bilden dann vielfach nicht mehr Voll-, sondern Hohlkugeln, die ganz analog den Schneekopfkugeln gebaut sind.

Nur bei den Gesteinen, die dem „Jüngeren Tambacher Porphyr“ zuzurechnen sind, ist makroskopische Fluidalstruktur vorhanden; besonders schön bei dem Gestein vom Donnershauk. Dünne, parallele, abwechselnd etwas verschieden gefärbte Lagen wechseln miteinander ab. Eine Folge dieser ausgesprochenen Fluidalstruktur ist der dünnplattige Zerfall des Quarzporphyrs.

An makroskopisch erkennbaren **Einsprenglingen** sind Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Biotit zu nennen.

Der Quarz ist in allen hier untersuchten Porphyren in mehr oder weniger großer Menge vorhanden. In den Handstücken sieht er dunkelrauchgrau aus und zeigt fett- bis glasglänzenden Bruch. Er findet sich in Form von dihexaedrischen Einzelkristallen und in rundlichen oder eckig begrenzten, oft fragmentartigen Körnern. Die Größe schwankt zwischen mikroskopischen Dimensionen bis zur maximalen Größe von etwa 7—8 mm. Wohl ausgebildete Kristalle sind nur unter den größeren Individuen der einsprenglingsreichen Typen anzutreffen.

Die Feldspäte sind gewöhnlich 3—7 mm groß. In dem Porphyr vom Großen Hermannsberg und von den Zwölf Aposteln erreichen viele Kristalle eine Größe von 2—3 cm. Neben den großen und mittelgroßen Einsprenglingen von Feldspat sind auch kleine und sehr kleine vorhanden. Vielfach zeigen die Feldspäte sehr regelmäßig begrenzte Gestalten; daneben finden sich aber auch unregelmäßige, zum Teil abgerundete Formen. Splitterförmige Feldspatkörner sind wohl, wie beim Quarz, als Bruchstücke aufzufassen. Der Orthoklas zeigt vielfach noch glänzende Spaltflächen bei trüber, meist hellrötlicher, zuweilen auch weißer Farbe. Häufig findet man Orthoklaszwillinge nach dem Karlsbader Gesetz, die man nicht selten im Handstück an den Spaltflächen nach der Basis erkennen kann. Der Plagioklas sieht im Handstück weiß aus. Von dem weißen Orthoklas kann man makroskopisch den Plagioklas meist durch die glänzenden Spaltflächen des ersteren unterscheiden. Der Plagioklas läßt infolge der Verwitterung keine Spaltbarkeit erkennen.

Der Biotit ist besonders in den Gesteinen von dem Typus „Jägerhans-Porphyr“ reichlich vorhanden. Er bildet häufig sechsseitige Blättchen von 0,1—2,5 mm Größe. Nicht immer ist der Glimmer schon mit bloßem Auge im Handstück zu erkennen.

2. Mikroskopische Betrachtung.

a) Einsprenglinge.

Der Quarz ist im Schliff stets farblos und zeigt keine Spur von Trübung. Häufig weist er Deformationen auf, die sowohl auf mechanische Zertrümmerungen als auch auf Resorptionserscheinungen zurückzuführen sind. Im ersteren Fall ist der Quarz von feinen Sprüngen durchzogen, in denen sich nicht selten Eisenoxyd oder ein feinschuppiges, glimmerartiges Mineral festgesetzt hat. Derartige Sprünge sind ohne Zweifel auf Temperaturdifferenzen bei der Erstarrung des Magmas zurückzuführen. Nach den Klüften sind die Quarze oft vollständig durchgebrochen. Grundmasse hat sich zwischen die Splitter gedrängt und sie voneinander getrennt, so daß sie nicht mehr gleichzeitig auslöschen. Bei einer größeren Verschiebung ist die Zusammengehörigkeit der Teile oft schwierig zu erkennen. Die magmatischen Resorptionsphänomene äußern sich in den bekannten Abrundungen der Kristallecken und -kanten und in zungenartigen Einbuchtungen der Grundmasse. Mitunter erscheinen die Grundmasseeinstülpungen im Innern des Quarzes sackförmig oder kolbig verdickt. Die häufig ringsum von Quarz umgebenen rundlichen Grundmassepartien sind keine eigentlichen Einschlüsse, sondern quer durchschnittene Zungen, die nicht von der Seite, sondern von oben oder unten in den Quarz hineinragen. Flüssigkeitseinschlüsse treten zuweilen, aber nicht allzu häufig auf. Sie sind entweder ganz regellos in dem Quarz zerstreut oder sie sind zu Zügen angeordnet. Gasporen sind verbreitet. Streifenweise durchziehen sie den Kristall nach allen Richtungen. Häufiger als Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse führen die Porphyrquarze farblose bis bräunliche Glaseinschlüsse. Vielfach liegen mehrere in einem Quarzkristall. Gewöhnlich haben sie die Form des Wirtes, seltener eine rundliche Gestalt.

Die Orthoklaskristalle zeigen anscheinend meist die Kombination P = (001), M = (010), T und l = (110) und y = (201). Hier und da ist der Orthoklas noch vollkommen wasserklar. Häufig wird er jedoch von Interpositionen und Zersetzungsprodukten mehr oder weniger stark getrübt. Von den Interpositionen mögen kleine Quarzkörner, Gasporen, opake Fäserchen und Schüppchen von äußerst geringer Dimension genannt werden. Die durch Verwitterung veranlaßte Trübung beginnt meist im Innern der Kristalle. Die Umwandlungsprodukte treten bisweilen nur an einzelnen Punkten in der Feldspatsubstanz auf, so daß der Orthoklas dazwischen noch ziemlich gut erhalten ist. Nur selten ist die Zersetzung so weit fortgeschritten, daß nur noch eine schmale Randzone von der frischen, durchsichtigen Orthoklassubstanz übrigbleibt. Gelegentlich, aber selten, weisen die Orthoklaskristalle auch Korrosionserscheinungen, ähnlich wie der Quarz, auf. Karlsbader Zwillinge

sind oft vorhanden. Besonders zahlreich kommen solche Zwillinge im Porphyr vom Großen Hermannsberg und in dem von den Zwölf Aposteln vor. Mikropegmatit ist nur ganz gelegentlich zu beobachten. — Der Plagioklas tritt hinter dem Orthoklas zurück. In größerer Menge ist er nur in dem Porphyr des Großen Hermannsberges vorhanden. Die Art der Plagioklase ist infolge der starken Zersetzung schwer festzustellen. Wenn dies möglich ist, führt die Untersuchung auf Oligoklas. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist allgemein verbreitet. Oft kann man die Zwillingsstreifung infolge weitgehender Zersetzung nicht mehr beobachten. Opake Fäserchen und Körnchen finden sich neben Apatit als primäre Interpositionen.

Biotit ist nur selten noch leidlich frisch und zeigt dann seinen deutlichen Pleochroismus. Meist ist er mehr oder weniger stark verwittert. Seine Farbe wird bei der Zersetzung ausgebleicht. An den Rändern und auf den Spaltrissen scheiden sich manchmal schwarze Magnetitkörnchen aus. Vielfach ist die Glimmersubstanz verschwunden; man kann dann nur an der Umgrenzung des Zersetzungsproduktes ersehen, daß einstmals Biotit vorhanden gewesen ist. In anderen Fällen ist die Umwandlung eine andere; es findet eine teilweise oder völlige Chloritisierung statt. Als Interpositionen treten im Biotit Apatit und Zirkon auf.

b) Übergemengteile.

Apatit findet sich in allen untersuchten Porphyren nur spärlich. Mit bloßem Auge ist er niemals wahrnehmbar. U. d. M. tritt er uns in seinen charakteristischen Gestalten, in Form gedrungener Prismen oder in Form feiner Nädelchen und Körnchen entgegen. Er ist an allen Stellen des Porphyrs, in der Grundmasse sowohl wie in den Einsprenglingen zu finden.

Wie Apatit, so kommt auch Zirkon spärlich, farblos bis schwach rötlich, überall vor. Er ist an seiner Kristallform, der hohen Licht- und Doppelbrechung und an seiner geraden Auslöschung zu erkennen. Gewöhnlich liegt er im Biotit oder in der Grundmasse, nur selten im Feldspat.

Ferrit, in Form kleiner Körnchen oder Körnchenhaufen, ist in der Grundmasse zahlreich verstreut. Gewöhnlich ist er undurchsichtig, doch manchmal ist am Rande Durchscheinenheit mit rotbrauner Farbe zu erkennen.

Im Bereich der mikroskopischen Fluidalstruktur treten Belonite von dunkel- oder gelblichbrauner Farbe auf.

c) Sekundäre Mineralien.

Chlorit tritt als Zersetzungsprodukt des Biotits auf. Man erkennt ihn an seiner geringen Licht- und Doppelbrechung und an seinem merklichen Pleochroismus.

Kaolin und ein glimmerähnliches Umwandlungsprodukt finden sich als Zersetzungsprodukte des Feldspats.

Quarz kommt außer als Einsprengling auch als Kluftmineral vor. Die kleinen Klüfte, welche den Porphyr vielfach durchziehen, sind vollständig oder nur teilweise mit Quarz erfüllt.

Kalkspat ist als Kluftmineral nur beim Porphyr vom Jägerhaus vorhanden. Er tritt hier in weißen Partien ohne äußere Kristallform auf.

d) Grundmasse.

U. d. M. erscheint die Grundmasse im gewöhnlichen Licht als eine ziemlich stark getrübte Masse. Von einer kristallinischen Zusammensetzung ist kaum etwas wahrzunehmen. Nur in einigen Präparaten konnte man unregelmäßig begrenzte Quarzkörnchen erkennen. Um über die Zusammensetzung und Struktur der Grundmasse Klarheit zu gewinnen, muß man die Beobachtungen durchaus zwischen gekreuzten Nicols ausführen. Das ganze Bild wird mit einmal ein vollkommen anderes. Die anscheinend so einheitliche Grundmasse zerfällt in ein allotriomorph-körniges Aggregat. Die Körner sind ganz unregelmäßig begrenzt. Ihre Ränder sind verschwommen, so daß es den Anschein hat, als gingen sie ineinander über. Die Grundmasse zeigt deshalb ein eigenartiges, geflecktes Aussehen. Die etwas höher polarisierenden Körner oder Felder sind Quarz, die niedriger polarisierenden Feldspat. Jedes einzelne Feld löscht gleichzeitig und einheitlich aus. Die Größe der Grundmassengemengteile ist sehr variabel. Mitunter bilden sie ziemlich große Körner, so daß man einen allmählichen Übergang zu den porphyrischen Einsprenglingen erkennen kann; doch sinken sie auch wieder zu solcher Winzigkeit herab, daß es nicht mehr möglich ist, sie als Quarz- und Feldspatkörner sicher zu unterscheiden. Dieser Wechsel ist bisweilen schon im Bereiche eines Dünnschliffes wahrzunehmen. Infolge der starken, durch die weitgehende Verwitterung veranlaßten Trübung des ganzen Gesteins ist man vielfach überhaupt nicht mehr in der Lage, die einzelnen Gemengteile, selbst wenn sie eine ziemliche Größe erreicht haben, voneinander zu trennen. Die Grundmassenquarze beherbergen Flüssigkeitseinschlüsse und Gasporen, die besonders schön in jenen Quarzindividuen zu sehen sind, welche uns im gewöhnlichen Licht als wasserklare, unregelmäßige Körner entgegentreten. In dem Porphyr vom Großen Hermannsberg beteiligt sich außer Quarz und Feldspat auch eine grünlichgelbe, serpentinähnliche Substanz in Form von Blättchen und Schüppchen an der Zusammensetzung der Grundmasse. Ferrit ist in Form von Körnchen durch die ganze Grundmasse zerstreut. Oft sind sie zu Klümpchen zusammengeballt. Die Farbe der Porphyre wird durch die Verwitterung des Ferrit hervorgebracht. Apatit und Zirkon beteiligen sich ebenfalls

am Aufbau der Grundmasse, aber nur ganz untergeordnet. Außerdem sind in der Grundmasse der untersuchten Porphyre noch die oben angeführten Belonite zu erwähnen. Gelegentlich sind in den Dünnschliffen Partien zu sehen, die wohl für ursprünglichen Mikrofelsit zu halten sind. Im gewöhnlichen Licht kann man feine Fäserchen, Blättchen und Schüppchen erkennen; zwischen gekreuzten Nicols bleibt die Substanz dunkel. Glas konnte in keinem der untersuchten Dünnschliffe festgestellt werden. Da nun nach Ansicht von ROSENBUSCH[1] der Mikrofelsit sehr wenig bestandfähig ist und unter dem Einfluß der Atmosphärilien ebenso wie bei dynamischen Einwirkungen in Alkalifeldspat und Quarz zerfällt, so ist vielleicht anzunehmen, daß das allgemein verbreitete allotriomorph-körnige Feldspat-Quarzgemenge durch Zerfall einer ursprünglich mikrofelsitischen Grundmasse entstanden ist. Doch ist eine sichere Entscheidung infolge der starken Umwandlung, welche die Porphyre durchgemacht haben, nicht mehr zu geben.

Neben der in allen Porphyren verbreiteten allotriomorph-körnigen Struktur der Grundmasse zeigt diese in demselben Handstück, sogar in demselben Dünnschliff, vielfach auch eine mehr oder weniger ausgesprochene sphärolithische und fluidale Ausbildung.

Die sphärolithische Struktur wird durch Sphärolithe von der verschiedensten Größe und Gestalt hervorgerufen. — Äußerst winzige sphärolithische Gebilde sind in fast allen untersuchten Präparaten enthalten. Sie finden sich gewöhnlich in den etwas heller erscheinenden Partien der Grundmasse. An diesen Stellen ist der Ferrit zu kleinen Klümpchen zusammengeballt. Die feine radiale Anordnung der gelblichbraunen Fäserchen zu vollkommenen Sphärolithen läßt sich im gewöhnlichen Licht erst bei stärkster Vergrößerung wahrnehmen. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen sie zierliche Interferenzkreuze. Eine scharfe Begrenzung dieser kleinen Sphärolithe nach außen hin ist niemals zu erkennen. Gewöhnlich sind diese sphärolithischen Gebilde so zahlreich und so dicht gedrängt, daß man im polarisierten Licht das Gesichtsfeld förmlich mit zierlichen Interferenzkreuzen übersät findet. — Zuweilen beobachtet man größere Sphärolithe, von deren radialstrahligem Aufbau man sich schon im gewöhnlichen Licht bei schwacher Vergrößerung überzeugen kann. Die Fasern sind sehr fein und von gelblichbrauner Farbe. Ein Kriställchen von Feldspat oder Quarz dient ihnen nicht selten als Ansatzpunkt. Im polarisierten Licht liefern auch sie sehr schöne Interferenzkreuze. Sie sind meist mehr vereinzelt. Im Porphyr vom Hellenberg sind sie stellenweise sehr dicht gestellt, so daß sie sich gegenseitig an

---

[1] H. ROSENBUSCH, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. 2. Zweite Hälfte: Massige Gesteine. p. 776.

ihrer vollständigen Ausbildung mehr oder weniger stark gehindert haben. — In der Grundmasse des Porphyrs vom Braukopf, Donnershauk und Hellenberg trifft man Sphärolithe an, die im Innern gewöhnlich ein rundliches Quarzkörnchen besitzen. Um dieses findet man oft einen Kranz von sehr feinen, radial gestellten Fäserchen gelagert. Im polarisierten Licht läßt dieser die vier Arme des Interferenzkreuzes erkennen. In anderen Sphärolithen gehen von der zentralen Quarzpartie feine Apophysen nach außen in die trübe, fasrige Randzone, wodurch die radiale Anordnung schön zum Ausdruck gebracht wird. Zwischen gekreuzten Nicols geben sie nur verschwommene Kreuze. — Sphärolithe, an deren Aufbau sich hellere und trübere Fasern beteiligen, sind im Porphyr vom Jägerhaus und von den Zwölf Aposteln zu finden. Nach außen sind sie vielfach durch eine Lage dicht gedrängter Ferritkörnchen abgeschlossen. Die einzelnen Fasern sind meist etwas unregelmäßig angeordnet, weshalb derartige Sphärolithe nur undeutliche Kreuze zeigen. — Kleinere und größere Sektoren von sphärolithischen Gebilden sind vereinzelt in der Grundmasse des Mittelhaukporphyrs eingelagert. In der Regel heften sie sich an Einsprenglinge von Quarz und Feldspat an. In die Sphärolithmasse, die sich aus ziemlich langen, trüben Fasern zusammensetzt, sind kleine Körnchen einer fremden Substanz interponiert. Im polarisierten Licht ist keine Andeutung eines Interferenzkreuzes wahrzunehmen; der Sphärolithsektor besitzt ein fleckiges Aussehen.

Während die makroskopisch sichtbare Fluidalstruktur nur bei den Porphyren von dem „Jüngeren Tambacher Typus“ verbreitet ist, kommt die mikroskopische Entwicklung und Ausbildung derselben in allen Porphyrtypen vor. Vielfach tritt sie durch die bandförmige Anordnung des Pigments hervor. In anderen Fällen sind die Belonite zu Reihen geordnet, welche wellenförmig geschlungenen Verlauf haben und die Windungen der Grundmasse um die Einsprenglinge deutlich erkennen lassen. In der Grundmasse des Porphyrs vom Hohestein und vom Hellenberg deuten schmale, helle Streifen auf Fluidalstruktur hin. Sie sind gleichmäßig gebogen und über die ganze Schliff fläche zu verfolgen. Die helle Farbe dieser Fluidalstreifen, die sie deutlich aus der trüben Grundmasse hervortreten läßt, rührt von einem geringen Gehalt an Ferrit her. Die oben erwähnten winzigen Sphärolithe treten massenhaft in diesen Streifen auf.

II. Spezieller Teil.

Die einzelnen Vorkommen.

1. Der Porphyr vom Großen Hermannsberg.

Der Hermannsberg ist ein 868 m hoher, dicht bewaldeter Berg mit zackigem Felsengipfel. Wie schon in der Einleitung

erwähnt, wird der Porphyr hier für ein Gestein vom Alter der Goldlauterer Schichten gehalten. Die Grundmasse ist von violettbrauner und grünlichgrauer Farbe und zeigt weder Neigung zu fluidaler noch zu sphärolithischer Ausbildung. Sie enthält sehr viele große rötlich- und grünlichweiße Feldspat- und rauchgraue oder wasserhelle Quarzeinsprenglinge. Täfelchen von Glimmer erscheinen dem bloßen Auge nur als dunkle Punkte. Die Orthoklase unterscheiden sich von den Plagioklasen durch ihre rötliche Farbe und durch ihre glänzenden Spaltflächen, deren Richtungen auf Karlsbader Zwillinge hindeuten. Die Plagioklase, welche neben den Orthoklasen in zahlreichen großen Kristallen vorkommen. haben gelblich- oder grünlichweiße Farbe. Wegen der starken Zersetzung lassen sie makroskopisch keine trikline Zwillingsstreifung mehr erkennen. Die Größe der Feldspäte ist variabel. Neben den großen von 1—2 cm Länge kommen auch kleine bis sehr kleine vor. Doch überwiegen Kristalle von 8—10 mm. Die Größe der Quarzeinsprenglinge schwankt zwischen 1—8 mm. Im Bruch zeigen sie gewöhnlich eckige Umrisse. Infolge magmatischer Resorption sind die Individuen meist stark gerundet. Das Gestein ist unter dem Einfluß der Verwitterung sehr mürbe und brüchig geworden. Es fällt deshalb schwer, gute Handstücke zu gewinnen. An manchen Stellen ist es in grobe, scharfkantige, unregelmäßig polyedrische Bruchstücke zerfallen.

U. d. M. erscheint die Grundmasse sehr trübe. Ferrit ist reichlich und ziemlich gleichmäßig über das ganze Gesichtsfeld verbreitet. Von kristallinischem Gefüge ist im gewöhnlichen Licht nichts wahrzunehmen. Im polarisierten Licht sieht man das allotriomorph-körnige Aggregat von Feldspat und Quarz. Die Interferenzfarbe ist ein dunkles Grau erster Ordnung. Die Feldspat- und Quarzindividuen sind ganz unregelmäßig geformt; ihre Ränder sind ausgefranst und verschwommen. Bei stärkerer Vergrößerung scheint es oft, als griffe an der Grenze das eine Individuum in das andere zahnartig über. In einigen Präparaten wurden Stellen ursprünglichen Mikrofelsits beobachtet. Hier und da liegt in der Grundmasse eine grünlichgelbe Substanz in unregelmäßiger Begrenzung. Ob diese vom Biotit abstammt oder ob sie ein Umwandlungsprodukt eines anderen Minerals darstellt, konnte nicht ermittelt werden; der jetzige Zustand erschwert die Erkennung ihrer Entstehung. In einem Dünnschliff wurden in den helleren Partien sehr winzige Sphärolithe gefunden. Im gewöhnlichen Licht ist dabei von einer radialfasrigen Beschaffenheit selbst bei stärkster Vergrößerung kaum etwas zu erkennen. Zwischen gekreuzten Nicols sind die betreffenden Stellen bei schwacher Vergrößerung völlig mit zierlichen Interferenzkreuzen durchsetzt: bei stärkerer Vergrößerung verliert die Erscheinung ganz bedeutend an Deutlichkeit. Stellenweise ist die Grundmasse durch ausge-

schiedenes rotbraunes Eisenhydroxyd stark getrübt und gefärbt. Nicht selten sind Grundmasse und Einsprenglinge von Sprüngen durchsetzt; vielfach sind diese mit neugebildetem Quarz erfüllt. Bisweilen hat sich in den Sprüngen ein viriditisches Mineral festgesetzt. Gelegentlich tritt dies in radialfaserigen Aggregaten auf, die im polarisierten Licht typische Interferenzkreuze liefern. Unter den Einsprenglingen besitzt der Quarz Dihexaedergestalt. Meist ist er mehr oder weniger stark korrodiert. Häufig ist er von feinen Rissen durchsetzt, in denen gelegentlich ein feinschuppiges, glimmerartiges Mineral auftritt. Glaseinschlüsse sind allenthalben verbreitet. Der Orthoklas findet sich in schönen Kristallen, die ab und zu von Verwitterungsprodukten stark getrübt sind. Nach dem Karlsbader Gesetz ist er häufig verzwillingt. Mikropegmatit wurde in einigen Präparaten gefunden. Der Plagioklas dürfte nach der optischen Beschaffenheit etwa für Oligoklas zu halten sein; doch ist eine sichere Entscheidung infolge der starken Zersetzung nicht möglich. Überall ist er ziemlich weitgehend verwittert und oft gänzlich mit Umwandlungsprodukten erfüllt. Der Biotit befindet sich in einem Zustande mehr oder weniger weitgehender Zersetzung. In den meisten Fällen ist er völlig entfärbt; Magnetitkörnchen deuten die Form des ursprünglich vorhandenen Glimmers an. Pleochroismus konnte an keinem Individuum mehr nachgewiesen werden. Stellenweise ist er in blaugrünen Chlorit umgewandelt, dessen Substanz von entfärbten Biotitfasern durchsetzt ist. Im polarisierten Licht erscheint der Chlorit in einem dunkleren Blau, der farblose Glimmer zeigt bunte, hohe Interferenzfarben. Apatit und Zirkon treten als Bestandteile der Grundmasse nur spärlich auf.

2. Der Porphyr der Finkensteine.

Der in mächtigen Felsen hier anstehende Porphyr entspricht dem vom Jägerhaus. In einer violett- bis hellrötlichbraunen Grundmasse sind zahlreiche mittelgroße Feldspat- und Quarzkristalle eingesprengt. Hier und da kann man auch vereinzelte Glimmerblättchen erkennen. Die meisten Feldspäte sind 2—5 mm groß. Plagioklas tritt stark hinter Orthoklas zurück. Die rauchgrauen, glänzenden Quarzkriställchen sind meist rundlich. Die dichte, splittrige Grundmasse ist durch die zahlreich vorhandenen Einsprenglinge stark zurückgedrängt, weshalb die Porphyrstruktur nicht augenfällig in die Erscheinung tritt. Neigung zu sphärolithischer oder zu fluidaler Struktur ist nicht wahrzunehmen.

Das mikroskopische Bild dieses Porphyrs unterscheidet sich nicht wesentlich von dem des Porphyrs vom Großen Hermannsberg. Auch hier zeigt sich im polarisierten Licht das allotriomorph-körnige Gemenge von Quarz und Feldspat. Die einzelnen

Flecken, die sich beim Drehen des Objekttisches aufhellen und verdunkeln, sind hier im Durchschnitt etwas größer. Winzige Sphärolithe, die beim Porphyr des Großen Hermannsberges nur in einem Dünnschliffe gefunden werden konnten, treten in der Grundmasse des Finkensteinporphyrs in jedem Präparat auf. Im gewöhnlichen Licht lassen sie bei Anwendung der stärksten Vergrößerung eine radiale Anordnung von sehr feinen, trüben Fäserchen erkennen. Nicht selten sind Grundmasse und Einsprenglinge, wie beim Porphyr des Großen Hermannsberges, von feinen Quarzklüftchen durchsetzt. Der stark korrodierte Einsprenglingsquarz ist vielfach rissig. Orthoklas ist fast durchweg schön wasserhell; nur selten ist er durch Verwitterungsprodukte stark getrübt. Karlsbader Zwillinge sind oft anzutreffen. Plagioklas zeigt mitunter noch Zwillingsstreifung. Der reichlich vorhandene Biotit tritt in den verschiedensten Verwitterungsstadien auf. Sehr selten zeigt er noch seinen ursprünglichen Pleochroismus. In vielen Individuen ist er in Chlorit umgewandelt. Noch öfter ist er ganz zersetzt; von der Glimmersubstanz ist nichts mehr übriggeblieben, Magnetitkörnchen lassen die Form des einstmals vorhandenen Biotits erkennen. Zirkon und Apatit sind hier, wie in allen untersuchten Porphyren, nur spärlich zu finden.

3. Der Porphyr vom Steinhauk.

Äußerlich gleicht dieser Porphyr dem der Finkensteine und ist wie dieser dem „Jägerhaus-Porphyr" zuzurechnen; vergl. p. 587. In der Nähe des Gipfels und an diesem selbst trifft man jedoch ein Gestein, welches alle Eigentümlichkeiten des „Jüngeren Tambacher Porphyrs" zeigt. In der dunkelbraunroten, harten, splittrigen Grundmasse dieses letzteren liegen nur sparsam kleine verstreute Feldspat- und Quarzkriställchen. Die Grundmasse herrscht deshalb stark vor. Die Einsprenglinge überschreiten selten eine Größe von 3 mm; meist sind sie noch kleiner. Außerdem ist makroskopisch Fluidalstruktur zu erkennen. Die Abrundung ist unregelmäßig oder plattig.

Wie man u. d. M. sehen kann, ist die Grundmasse stark getrübt. Belonite kommen in einigen Präparaten in reichlichen Mengen vor. Hier und da treten wasserhelle, unregelmäßig begrenzte Quarzkörnchen deutlich aus der Grundmasse hervor. Stellenweise zeigt diese fasrige Beschaffenheit. Die Fasern liegen entweder ganz wirr durcheinander oder sie sind, was meistens der Fall ist, um ein Quarz- oder Feldspatkriställchen radial angeordnet und bilden dann mehr oder weniger vollständige Sphärolithe. Zwischen gekreuzten Nicols lassen diese aber nur verschwommene Interferenzkreuze wahrnehmen. Mitunter fehlt ein Quarz- oder Feldspatkern, die einzelnen Fasern erreichen den Mittelpunkt, sind aber so fein,

daß man im gewöhnlichen Licht die Radialstrahligkeit nicht immer deutlich wahrnehmen kann. Im polarisierten Licht zeigen diese Sphärolithe sehr schön die vier Arme des Interferenzkreuzes. Stellenweise sind die Fasern parallel gelagert; es ist dann zu vermuten, daß hier sehr große, unvollständige, radialfasrige Gebilde vorliegen. Winzige Sphärolithe mit zierlichen Interferenzkreuzen wurden, wie beim Porphyr des Großen Hermannsberges und der Finkensteine, in den helleren Partien der Grundmasse gefunden. Die mikroskopische Ausbildung der Fluidalstruktur wird durch bandförmig angeordnetes Pigment hervorgebracht.

An den feinen Sprüngen, welche Grundmasse und Einsprenglinge durchziehen, hat sich, wie man u. d. M. erkennen kann, Eisenhydroxyd abgesetzt. Über die porphyrischen Ausscheidungen ist nichts Besonderes zu bemerken. Die Quarz- und Feldspateinsprenglinge unterscheiden sich in den hier vorhandenen Porphyrvarietäten nur durch ihre verschiedene Größe; in ihrer sonstigen Beschaffenheit gleichen sie sich vollkommen. Es mag noch erwähnt sein, daß der Orthoklas gelegentlich mit Quarz mikropegmatitisch verwachsen ist. Bemerkenswert ist vielleicht ein sehr langer, leistenförmiger Apatitkristall mit der charakteristischen Querabsonderung.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Joseph Partsch: Der karpathische Kriegsschauplatz. (Hettner's Geogr. Zeitschr. Jahrg. 21. Heft 4. 1915.)

Eine den Zeitereignissen Rechnung tragende geographische Studie bietet a. a. O. der bekannte Leipziger Geograph J. Partsch. Zwei Punkte seien besonders hervorgehoben: die Beschreibung der vielgenannten und heißumstrittenen Karpathenpässe und die Schilderung der Befreiung der Bukowina.

„Zwischen den Völkern des Ostens ringen nun deutsche Krieger um die Karpathenpässe, und zwar in dem ganzen 1300 km lang vom Wiener Becken bis zur Walachischen Tiefebene sich entrollenden Gebirgsbogen gerade um solche Teile, die selbst der naturfreudige Bergsteiger unberührt zu lassen pflegt.

Der Dukla-Paß ist weitaus der niedrigste von allen und zeichnet sich durch vielseitige leichte Zugänglichkeit aus. Ihn kann man von allen Punkten des galizischen, die Weichsel stärkenden Karpathenvorlandes von Krakau bis Przemysl schnell erreichen. den beiden Hauptstützen der Landesverteidigung, die nicht nur direkt durch Bahn und Straße des Hügellandes verbunden sind, sondern südlicher durch Schienenweg und Chaussee in dem mit den Erdöllagern Westgaliziens ausgestatteten Längstalzuge Neu-

Sandec—Jaslo—Sanok—Gorlice. Lange vor dem Zeitalter der Eisenbahnen ging seit dem Mittelalter ein lebhafter Verkehr zwischen Polen und Ungarn über diesen Paß; er war eine der Hauptadern des Handelslebens von Krakau. Auch Kriegszüge hat er reichlich gesehen. Im Jahre 1848 (6. XII.) zog über ihn von Krakau aus General Schlick, im Sommer 1849 (2. VI.) die russische Hauptmacht des Feldmarschalls Paskiewitsch durch das Hernadtal (Kaschau) ins ungarische Tiefland hinab. Neuerdings hatte die russische Militärliteratur gerade diesen Paß als günstigen Einbruchsweg nach Ungarn ins Auge gefaßt. Dennoch blieb er im September bei der ersten russischen Offensive unbenutzt. Das westgalizische Petroleumgebiet sah vor Mitte November keinen Feind. Um so überraschender war sein Erscheinen, als der Winter voll hereingebrochen war. In Bartfeld ward eine ungarische Abteilung Ende November überrumpelt und aufgehoben. Seither haben hier auf der Kammhöhe und südlich von ihr erbitterte, für die russischen Massenangriffe ungeheuer verlustreiche Kämpfe sich abgespielt.

Den Paß von Lupkow überschreiten Straße und Eisenbahn von Miskolcz nach Przemysl. Der Jablonica-Paß, der diesen für Heeresbewegungen unwegsamen Gebirgsabschnitt von der ebenso langen und noch wilderen Czorna hora (Howerla 2057 m), dem Endgliede der Waldkarpathen, trennt, gewinnt durch diese verkehrsfeindliche Umgebung eine besonders hohe Wichtigkeit, die durch beiderseits bedeutsame Talentwicklung (Schwarze Theiß, Pruth) noch gesteigert wird. Seine Straße und sein Schienenweg ist die Verbindung von Budapest mit Czernowitz.

Daß es nicht einfach sei, in diesem verwickelten Bergland zu operieren, erfuhren die Russen, nachdem sie das flachwellige Vorland bewältigt hatten, beim Eindringen in diese westlichen Täler. Aber nicht die Schwierigkeit des Berglandes allein hat ihnen die Wege rückwärts gewiesen, sondern das Wirken entschlossener, dieses Geländes kundiger Männer.

Die Bukowina hat ihre Verteidigung, als die Heeresmacht nach dem polnischen Kriegsschauplatz abberufen war, mit eigenen Kräften aufgenommen. Das war wesentlich das Verdienst eines ungewöhnlichen Mannes; als genauer Kenner des Landes, gestützt vom allgemeinen Vertrauen, organisierte Major Eduard Fischer den Landsturm der Bukowina unter Führung der Ortsgendarmen. Als das russische Heer in die Bukowina eindrang, sah es sich bald zu vorsichtigem Zusammenhalten der Kräfte genötigt. Patrouillen und kleinere Streifpartien verschwanden spurlos, immer rasch abgefangen von der allgegenwärtigen Landesverteidigung. Mitte Oktober bereitete Fischer bei Kirlibaba einer starken russischen Abteilung eine vernichtende Niederlage. Am Ende des Monats übernahm er die Verteidigung der großen offenen Stadt Czernowitz und führte sie, durch unermüdliche offensive Unternehmungen fünf Wochen lang (bis zum 27. November) mit schwachen Kräften gegen eine ihn weit überragende Übermacht. Im Januar machten die Russen ernste Anstrengungen, den Mesticanesi-Paß zu überwältigen. Als ihre Frontalangriffe im Artilleriefeuer der vortrefflich gewählten Stellungen zusammenbrachen, versuchten sie es mit der Umgehung auf schwierigen Bergpfaden. Im Süden scheiterte

dies an Fischers Gegenvorkehrungen, im Norden gelang es den Russen allerdings, vom Suzawa-Tal über die Scheitelhöhe der Luszyna (1361 m) hinüberzukommen nach Kirlibaba. Aber der weitere Schritt, von hier aus dem Bistritztal abwärts folgend, den Verteidigern des Mesticanesci-Passes in den Rücken zu fallen, ward vereitelt in den umsichtig und hartnäckig verschlossenen Engen von Czokanestie. Durch diesen Erfolg in zweitägigem Gefecht oberhalb Jakobeny (19., 20. I.) und durch die Wiedereinnahme von Kirlibaba (22. I.) unter schweren Verlusten der Russen bereitete Fischer die Offensive vor, die mit einem aus sehr verschiedenen Elementen gebildeten Korps Baron Pflanzer-Baltin Anfang Februar ins Werk setzte.

Wenn diese Zeilen vor die Öffentlichkeit treten, ist der Zeiger schon weiter gerückt, und die Leser werden mehr wissen als der Verfasser. Aber im Strom der Ereignisse bleibt doch Eines unverändert: das Vertrauen nicht nur auf unser Recht, sondern auch auf unsere Kraft."

Frech.

Fritz Braun: Zum Kampfe um die Meerengen. (Hettner's Geogr. Zeitschrift. 21, 4. 1915.)

Im letzten Heft der „Geographischen Zeitschrift" schildert Fritz Braun die Verhältnisse in den Dardanellen:

„Wenn wir die militärische Lage Konstantinopels richtig beurteilen wollen, genügt es nicht, den Bosporus und Hellespont zu kennzeichnen. Wichtig ist ferner die rumelische Halbinsel, die den Raum darstellt, in dem sich gegebenenfalls die Landungstruppen der Feinde den Weg nach dem Bosporus erkämpfen müßten.

Der Angriff auf Konstantinopel wurde mit Seestreitkräften unternommen. Dazu müßten die Angreifer sich entweder von Nordosten her durch den Bosporus oder von Südwesten durch den Hellespont ihren Weg bahnen.

Es ist erklärlich, daß man wieder auf die Schilderung der Meerengen zurückgreift, die wir unserem großen Schlachtendenker Moltke verdanken. Aber die Folgerungen, die Moltke dort zieht, gelten heute nicht ohne weiteres, da sich die Kampfesweise und die Kampfesmittel von Grund aus verändert haben. Die starke Strömung, die in den Meerengen herrscht und dereinst bei ungünstigen Windverhältnissen das Einlaufen einer Flotte in den Hellespont sehr erschwerte oder ganz unmöglich machte, wird von den starken Maschinen unserer Schlachtschiffe und Torpedoboote mit Leichtigkeit überwunden."

[Die nachstehenden Ausführungen seien als wesentliche Ergänzung den Darlegungen des Verf.'s hinzuzufügen: Für die Verteidigung des Hellespont kommen vom geographisch-geologischen Standpunkt aus zwei dem Angreifer ungünstige Momente in Betracht. Die erwähnte Meeresströmung, welche in der Stunde im Bosporus bis zu 10, im Hellespont bis

zu 5 km beträgt, treibt dem Angreifer Streuminen entgegen, auf deren Wirkung aller Wahrscheinlichkeit nach der Untergang des einen französischen Panzerschiffes Bouvet zurückzuführen ist.

Noch wesentlicher ist die morphologische Gestaltung des Hellespontes, welche auf der europäischen und auf der asiatischen Seite zahlreiche, wohl ausgeprägte Täler, die Nebenbäche des alten Flußbettes, umschließt. Diese Täler (deren Zahl auf dem Chersones 12 übersteigt) bilden die natürliche Artilleriestellung für Steilfeuergeschütze und sind dem Angreifer so gut wie gänzlich verborgen.

Die ägäische Seite der Halbinsel Gallipoli, die einen reinen Bruchrand darstellt, entbehrt dieser natürlichen Einschnitte fast vollkommen und ist daher für Landungstruppen um so schwerer passierbar, als der Verteidiger Höhenstellungen mit gutem, weitreichendem Schußfelde sein eigen nennt. Morphologische, auf der geologischen Vorgeschichte beruhende Umstände erschweren somit den Landungstruppen wie der eindringenden Flotte eine Eroberung der Dardanellen.

Der Bosporus ist sehr viel schmaler als die Dardanellen und erleichtert somit ihre artilleristische Verteidigung ungemein. Strömungsverhältnisse für die Streuminen sind hier allerdings ungünstiger, aber es ist den Türken ja bisher gelungen, die eindringenden Minendampfer zu versenken oder zurückzujagen. Ref.] **Frech.**

Günther Bugge: Edelsteine, eine Einführung in das Gebiet der Schmuck- und Edelsteine. Leipzig bei Theod. Thomas. 1915. 83 p. Mit 46 Textfiguren.

Verf. will denen, die keine größeren Bücher über diesen Gegenstand benutzen können, eine kurze Orientierung, im wesentlichen auf dem naturwissenschaftlichen Gebiet, ermöglichen. Nur zur Ergänzung des Gesamtbildes wurden auch gelegentlich geschichtliche, kunstgewerbliche und wirtschaftliche Gesichtspunkte herangezogen. Da hätte wohl auch ein besonderer kleiner Abschnitt über Edelsteinschleiferei Platz finden können. Nicht in allen Punkten scheint Verf. vollkommen orientiert zu sein, doch wird das Schriftchen seinen Zweck im allgemeinen erfüllen können. **Max Bauer.**

Personalia.

Privatdozent Dr. **W. Penck** in Leipzig hat sich bereit erklärt, an der türkischen Universität in Konstantinopel den Lehrstuhl für Geologie zu übernehmen.

Privatdozent Dr. **Olst** in Marburg hat an der gleichen Universität den Lehrstuhl für Geographie übernommen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Loses und geschlossenes Gehäuse der tetrabranchiaten Cephalopoden.

Von **Fritz Frech.**

Mit 4 Textfiguren.

I. Über den Grund der Aufrollung des Gehäuses bei den „Nebenformen" der Ammoneen.

Für die Frage, warum die Ammoneen die feste Spirale verlieren, bildet eine Beobachtung an lebenden Formen den Ausgangspunkt: Bei den als *Siliquaria* (und *Vermetus*) bezeichneten „Neben-



Fig. 1. *Siliquaria* sp. Rezent. Aus einem Hornschwamm. 1/1.

formen" von *Turritella* sind nur die allerersten Windungen fest geschlossen, während die Mitte und der Mündungsteil des Gehäuses vollkommen lose aufgerollt sind [1]. Diese Gastropoden stimmen also in der Form vollkommen mit *Heteroceras* aus der Barrêmestufe wie mit *Bostrychoceras* aus der oberen Kreide überein [2]. *Heteroceras* zeigt ein turrilitenartiges Anfangsgehäuse, während die *Bostrychoceras*-Formen aus Turon und Senon unregelmäßiger gebildet sind.

Nun fand ich kürzlich mitten in einem mediterranen Badeschwamm ein kleines, aber typisch ausgebildetes Exemplar von *Siliquaria*. Die Schnecke war nicht etwa zufällig hineingeraten, sondern hatte offenbar, wie die gute Erhaltung der Schalenoberfläche bewies, in der Spongie gelebt; es liegt somit nahe, die Aufrollung des Gehäuses durch dies Vorkommen in einem elastischen Medium zu erklären, in dem die Notwendigkeit des Schutzes gegen

[1] Die aufgewachsenen, äußerlich an *Serpula* erinnernden Vermeten gehören einer anderen, ebenfalls alten Entwicklungsreihe an.

[2] *Bostrychoceras Reussi* ist die größte und bekannteste Form aus dem Obersenon von Haldem.

mechanische Einflüsse fortfällt. Das Wachstum des Hornschwammes beeinflußte die Schnecke derart, daß sich aus der geschlossenen eine aufgerollte Spirale entwickelte.

Die Übertragung dieser Beobachtung auf *Heteroceras* und *Scaphites* wird dadurch ermöglicht, daß auch diese aufgerollten Formen stets in Ton, feinkörnigem Mergel oder im Pläner und in glaukonitischem Kalk vorkommen; sie fehlen in grobem Sandstein[1] und in Geröllschichten, in Korallen oder Hippuritenriffen, d. h. in allen Sedimenten, die auf starke Brandungswirkung, Riffböschung oder flaches Meer hinweisen.

Es liegt somit nahe, anzunehmen, daß sich *Bostrychoceras* aus *Turrilites*, *Macroscaphites* aus *Lytoceras* und *Scaphites* aus anderen symmetrischen Ammoneen durch Anpassung an wühlende Lebensweise in weichem Schlamm entwickelt hat. Dann bleibt nur noch die erste Entstehung von *Turrilites* zu erklären, der ja geologisch älter ist (Gault—Cenoman), als das erst im Turon und Senon auftretende *Bostrychoceras*. Diese Erklärung ist einfach: Alle schneckenförmig gewundenen lebenden Gastropoden im Meer, im Süßwasser und auf dem Lande bewegen sich kriechend vorwärts.

Turrilites ist demnach als Anpassung an die kriechende Bewegung aus dem lediglich schwimmenden *Lytoceras* hervorgegangen, während die Lockerung des schneckenförmig gewundenen Gehäuses auf eine z. T. wühlende, z. T. kriechende Lebensweise hindeutet.

Die Lockerung der symmetrischen Spirale bei den zahlreicheren hierher gehörigen Formen — *Scaphites*, *Macroscaphites*, *Crioceras* und *Hamulina* —, bei den Nautileen *Discoceras*, *Lituites* und *Ophidioceras* würde demnach ebenfalls auf eine z. T. wühlende, z. T. schwimmende Fortbewegung hinweisen, während das geradlinige Gehäuse von *Baculites*, *Rhabdoceras*, *Bactrites* und *Orthoceras* darauf hindeutet, daß ihre Träger eine ausschließlich oder vorwiegend[2] wühlende Lebensweise geführt haben dürften. Dafür spricht, abgesehen von der ursprünglich schlammigen Natur der betreffenden Sedimente, auch vor allem der Vergleich mit dem im Schlamme lebenden *Dentalium* oder dem im Sande bohrenden *Solen*.

Der Umstand, daß das überaus verbreitete und formenreiche *Orthoceras* in grobklastischen Sedimenten sowie in allen Riffbildungen fehlt, ist ein weiterer Hinweis auf die Richtigkeit der Annahme. Daß schwach gebogene Orthoceren wie *Orth. alticola* Barr. (im Obersilur Böhmens und der Alpen) äußerlich durchaus mit

---

[1] Der Kalksandstein von Dülmen ist ein sehr feinkörniges Gestein.

[2] Man wird das Vorhandensein besonders zahlreicher Luftkammern bei *Orthoceras* auf gelegentliche Bewegung in ruhigem, d. h. in tiefem Wasser zurückführen; gleichzeitig konnte das Tier seinen Zufluchtsort im weichen Schlamme aufsuchen.

Dentalium übereinstimmen, verdient ebenfalls hervorgehoben zu werden.

Endlich wird in diesem Rahmen die Entwicklung von *Endoceras* und *Gonioceras* verständlich. Beides sind freilebende Orthoceratiden. *Endoceras* verfestigt sein langes Gehäuse innerhalb durch die den ausgedehnten Siphonalraum erfüllenden Kalkdüten, *Gonioceras* entwickelt ein zweischneidiges, zusammengedrücktes, ziemlich kurzes Gehäuse mit wellenförmig gebogenen Suturen; *Gonioceras* war offenbar ein guter Schwimmer.

Erst später entwickelte sich aus dem normalen *Orthoceras* durch *Planctoceras* und *Discoceras* die vollkommen eingerollte, geschlossene und symmetrische Spirale.

Wenn ferner die Form des Gehäuses lediglich als Anpassung an die Lebensweise und die Art der Fortbewegung gedeutet wird, so erklärt sich die Tatsache, daß dieselben Schalenformen im Anfange (*Orthoceras*, *Bactrites*) und am Schluß (*Rhabdoceras*, *Baculites*[1]) der Entwicklung einer Gruppe auftreten. Jedenfalls ist für die äußerst vielgestaltigen Schalenformen der älteren Nautileen auch eine mannigfache Lebensweise unbedingt vorauszusetzen.

Nach Ruedemann sind z. B. zwei verschiedene Arten der Vorkommen der Nautileen mit verengter Mündung im Paläozoicum des Staates New York zu unterscheiden:

1. Die großen Formen von *Gomphoceras* finden sich vorwiegend in klastischen Sedimenten: Schoharie-Sandstein, Hamilton-Schieferton und auch im Goniatitenkalk; man gewinnt den Eindruck, daß ihre zugespitzten Enden in den Schlamm des Bodens eingesenkt waren, während der ausgebreitete Teil der Mündung in der Höhe des Bodens lag.

2. Kleinere Formen von *Poterioceras* kommen in Korallenbildungen des oberen (Guelph) und unteren Silur vor (Chazy, Trenton). Es sind symmetrisch gebogene kleine Formen, die regelmäßig nur wenig Kammern zeigen und somit die Anfangskammern regelmäßig abwarfen. Sie scheinen Bewohner der Rifflücken gewesen zu sein und sich ähnlich wie lebende Kopffüßer in Höhlungen des Felsbodens verborgen zu haben.

Nun stellen die Formen mit verengter Mündung einen verhältnismäßig kurzlebigen, im wesentlichen auf Silur und Devon beschränkten Zweig der ganzen Gruppe dar. Für die langlebigen Formen (Cambrium—Trias) mit unverengter Mündung ist erst recht eine große Vielgestaltigkeit der Lebensweise anzunehmen.

---

[1] Mit der Annahme, daß *Rhabdoceras* und *Baculites* zu einer wühlenden Lebensweise zurückkehrten, steht die Vereinfachung ihrer Suturen in bestem Einklange; bei *Scaphites* ist derartiges z. B. nicht zu beobachten.

II. Über das Abwerfen der Luftkammern bei Orthoceras und Discoceras.

Nach Ruedemann und Clarke bewohnten die Orthoceren Röhren in dem weichen schlammigen oder feinsandigen Seegrund, wie durch

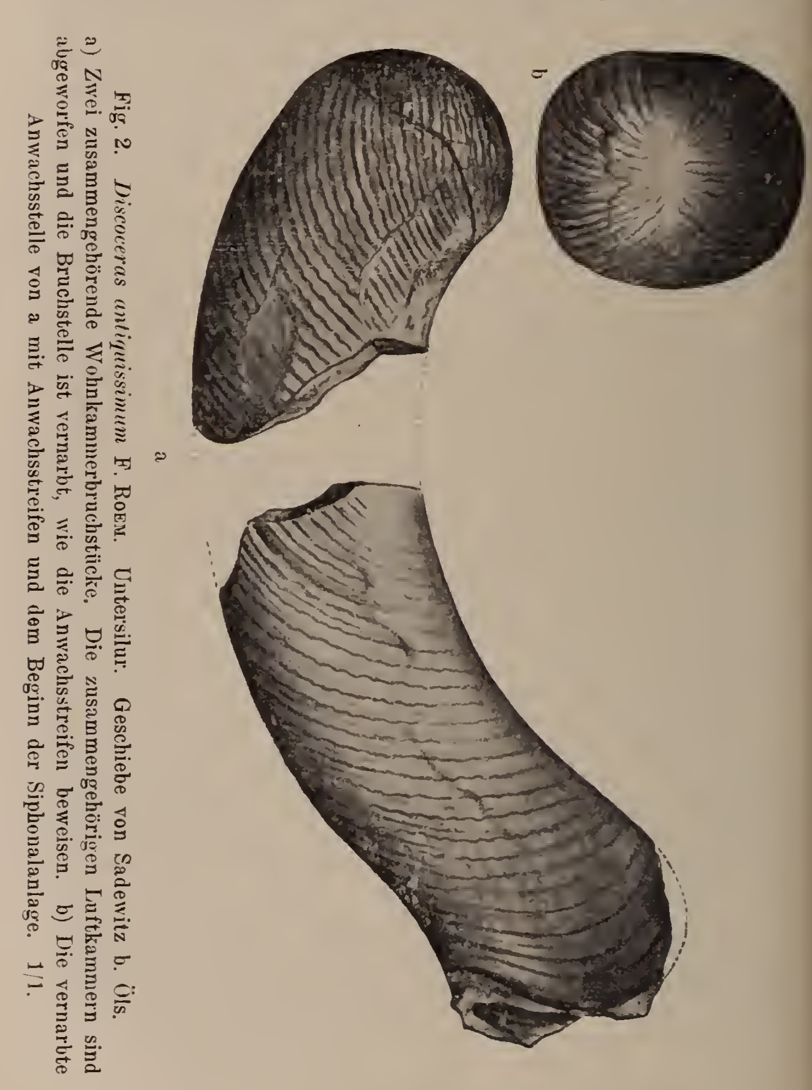


Fig. 2. *Discoceras antiquissimum* F. Roem. Untersilur. Geschiebe von Sadewitz b. Öls. a) Zwei zusammengehörende Wohnkammerbruchstücke. Die zusammengehörigen Luftkammern sind abgeworfen und die Bruchstelle ist vernarbt, wie die Anwachsstreifen beweisen. b) Die vernarbte Anwachsstelle von a mit Anwachsstreifen und dem Beginn der Siphonalanlage. 1/1.

Beobachtung an einem interessanten Endoceratiden (*Nanno aulema* Clarke) und den Nachweis der Ausfüllung der Kammer mit organischer Materie (*Orthoceras luxum* und *oppletum* aus dem

Schoharie grit) sehr wahrscheinlich gemacht wird. Auch *Orthoceras truncatum* Mst. wird nicht als freischwimmendes, sondern als kriechendes, grundbewohnendes Geschöpf gedeutet, das seine Kammer abwarf, weil es eines hydrostatischen Apparates nicht mehr bedurfte [1].

Da nach Barrande das Abwerfen der Kammern regelmäßig [2] erfolgt ist, liegt hier nicht eine zufällige Verstümmelung, sondern eine mit der Lebensweise des Tieres in Zusammenhang stehende Erscheinung vor.



Fig. 3. *Discoceras eurasiaticum* Frech
= *Lituites antiquissimum* F. Roem. sp. e. p.
Oberes Untersilur. Geschiebe von Sadewitz b. Öls. Museum Breslau. a) Vollständige Wohnkammer und Mündung. b—d) Unvollständige Wohnkammer; die Luftkammern sind abgebrochen, aber das Tier hat die Rückwand wieder mit Oberflächenskulptur überzogen (c); ein Teil des Syphos ist erhalten (d). 1/1.

Eine übereinstimmende Beobachtung macht E. v. Mojsisovics [3] an einem *Orthoceras dubium* aus den Raibler Kalken des Röthelsteins; von Wichtigkeit ist die mit Barrande übereinstimmende

[1] American Geologist. 1893. p. 215.

[2] Hoernes, l. c. p. 11, und Barrànde: Syst. silurien du centre de la Bohême. II. Quatrième partie: Etudes générales sur les Nautilides. p. 291—306. *O. truncatum* warf regelmäßig vier Luftkammern ab und dieser Vorgang wiederholte sich bei den größten Individuen vierundzwanzigmal.

[3] v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallstätter Kalke. 1. p. 4. Taf. 1 Fig. 5.

Wahrnehmung, daß bei den Formen, welche periodisch die Kammern abwerfen, ein Absatz organischer Kalksubstanz im Inneren nicht stattfindet.

Bevor wir die Folgerungen ziehen, welche sich aus dem Abwerfen der Schalenenden für die Lebensweise des Tieres ziehen lassen, sei auf einen Fall hingewiesen, der das Abwerfen der gesamten Luftkammern bei einem eingerollten *Discoceras* betrifft.

Für die Mannigfaltigkeit der äußeren Lebensformen der Nautileen ist dieses seltene Beispiel sehr bezeichnend. Aus den bekannten, vorwiegend dem obersten Untersilur angehörenden Kalkgeschieben von Sadewitz bei Oels (Schlesien) stammen zwei Wohnkammern von *Discoceras*[1].

Von beiden Exemplaren ist lediglich der innere Teil der Wohnkammer erhalten. Die letzte Kammerwand mit dem Eindruck des internen Siphos zeigt nicht die glatte Begrenzung, welche man bei den häufigen abgebrochenen Stücken zu sehen gewohnt ist. Vielmehr ziehen sich die kräftig ausgeprägten undulierten Anwachsstreifen von der Außenseite über den abgestoßenen Teil der Kammerwand hin und vereinigten sich auf der Mitte der Wölbung in halb symmetrischer, halb unregelmäßiger Weise. Offenbar war das Tier imstande, seine Arme — in ähnlicher Weise wie *Orthoceras truncatum*[2] — zurückzuschlagen und durch Absatz einer äußeren, den Anwachsstreifen entsprechenden Schalenschicht den notwendigen Abschluß nach außen herzustellen.

An dem kleinen Exemplare (*Discoceras eurasiaticum* Frech, Fig. 3 c, d) beobachtet man, daß nach der Befestigung und der Neuanlage der Anwachsstreifen das Wachstum des Tieres weiter vor sich ging. Man sieht deutlich einen ca. $\frac{3}{4}$ cm langen Abschnitt des Siphos, welcher in die Wohnkammer hineinreicht und darauf hindeutet, daß das Tier im Begriff stand, eine neue Luftkammer anzulegen.

Man kann aus diesen Beobachtungen[3] folgendes schließen: Ebensowenig wie *O. truncatum* und *dubium* benützte *Discoceras* seine Kammern als hydrostatischen Apparat. Ihr Abwerfen deutet darauf hin, daß die Tiere keine Schwimmer, sondern Bodenbewohner waren. Dann sind die beiden Möglichkeiten des Kriechens auf dem Boden oder des Bohrens im Schlamm für abwerfende Formen in Betracht zu ziehen. Da beim Bohren ein langes Ge-

---

[1] Fig. 2 = *Lituites antiquissimus;* Fig. 3 gehört zu einer neuen Spezies, *Discoceras eurasiaticum* Frech, die auch in China vorkommt.

[2] Nach Barrande; Hyatt nahm an, daß die Kopfkappe (die aus zwei Armen besteht) die Reparatur des Gehäuses besorgte.

[3] Unter zehn im ganzen vorliegenden Sadewitzer Exemplaren zählt man zwei vernarbte Wohnkammern ohne Luftkammern.

häuse den Zweck haben konnte, die Bohrgänge offen zu halten oder als Stützpunkt zu bewahren, ein verkürztes Gehäuse zwecklos war, so dürfen wir wohl dem *Orthoceras* mit abgestoßenen Luftkammern kriechende Lebensweise zuschreiben. Das gleiche dürfen wir bei den ziemlich geraden, allein für sich existierenden *Discoceras*-Wohnkammern annehmen. Oder genauer: während *Discoceras* mit den eingerollten Innenwindungen und den z. T. freien Wohnkammern eine halb schwimmende, halb kriechende Lebensweise geführt haben dürfte, können die der Luftkammern beraubten Tiere sich nur kriechend fortbewegt haben.

Im Vergleich zu dem abgebildeten *Discoceras antiquissimum*, das einer ziemlich hohen Stufe des Untersilur angehört, zeigt nun das äußerlich ähnliche *Planctoceras falcatum* Schl. sp. aus dem tieferen Untersilur (grauem Vaginatenkalk) recht bezeichnende Unterschiede.

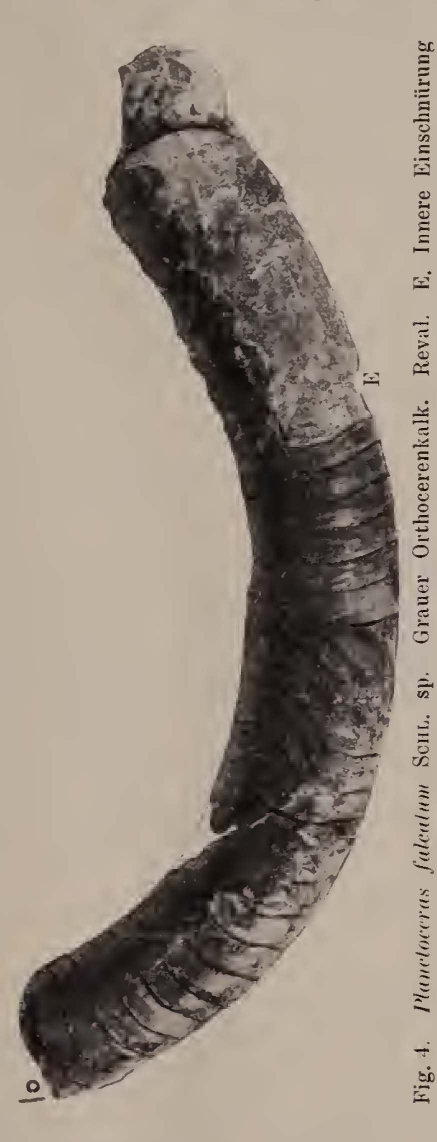


Fig. 4. *Planctoceras falcatum* Schl. sp. Grauer Orthocerenkalk. Reval. E. Innere Einschnürung am Grunde der kurzen Wohnkammer. o gibt die Lage des Siphos (o) an. 1/1.

Äußerlich erinnert zunächst *Planctoceras falcatum* durch die schwache Krümmung seiner freien Wohnkammer an *Discoceras antiquissimum*, unterscheidet sich jedoch durch die unverhältnismäßig geringe Länge der Wohnkammer sowie die innere Einschnürung am Beginn der Luftkammern von dem wesentlich jüngeren *Discoceras*. *Planctoceras falcatum*, von dem H. Schröder eine in allen wesentlichen Punkten zutreffende Dar-

stellung gegeben hat[1], liegt mir in einem Wohnkammer-Exemplar von Reval vor. *Planctoceras* zeigt offenbar den Beginn der Einrollung und vollkommen freie, nirgends die vorangehenden Umgänge berührende Luftkammern.

Discoceras antiquissimum entspricht, abgesehen von den beschriebenen frei existierenden Luftkammern, dem letzten Stadium vor der Bildung einer vollkommen geschlossenen Spirale; denn bei *Discoceras antiquissimum* ist nur der äußerste Teil der fast einen ganzen Umgang umfassenden Wohnkammer frei. Die beschriebenen freien Wohnkammern von *Discoceras* und *Planctoceras falcatum* zeigen ferner bei äußerlich ähnlicher Form einen sehr bezeichnenden inneren Unterschied:

Das geologisch alte *Planctoceras* besitzt eine bemerkenswert kurze, das geologisch jüngere *Discoceras antiquissimum* eine erheblich längere Wohnkammer. Das eine entspricht dem Beginn der Einrollung eines ursprünglich im Schlamme wühlenden *Orthoceras;* die lange Wohnkammer deutet dagegen auf den fast vollzogenen Übergang zur geschlossenen Spirale, d. h. zur freien Schwimmbewegung hin.

Sehr viel schwieriger als bei den Vorgenannten[2] ist die Frage nach der Lebensweise der Orthoceratiden mit unverengter Mündung und erhaltungsfähigen Luftkammern zu beantworten. Die Entdeckung Počta's läßt den Rückschluß auf freie Lebensweise der jungen Orthoceren gesichert erscheinen. Ebenso läßt sich ein zweites Faktum angesichts der sehr beschränkten geographischen Verbreitung der Arten feststellen: Die Orthoceren waren mit geringen Ausnahmen[3] nicht pelagisch und planktonisch, wie die Mehrzahl der Ammonitiden. Im Gegensatz zu der weiten Verbreitung jüngerer Ammoneen, silurischer Brachiopoden, Korallen und Graptolithen ist der geographische Lebensbezirk einer *Orthoceras*-Art stets klein.

Die Orthoceren waren wohl Boden- oder Schlammbewohner, die gelegentlich in die höheren Wasserschichten mit Hilfe ihres hydrostatischen Apparates emporzusteigen vermochten. Der Wasserballast moderner „gekammerter" Unterseeboote, dessen Verteilung[4] in die einzelnen Compartments von einem Pumpsystem

---

[1] *Planctoceras falcatum* Schlotheim sp. H. Schröder, Cephalopoden des Untersilur. Paläontologische Abhandlungen, herausgegeben von W. Dames und E. Kayser. 5. (N. F. 1.) 1889—1894. Taf. VI Fig. 1—2.

[2] *Gomphoceras* etc.; *Orthoceras truncatum* und *dubium*. *Discoceras*.

[3] Eine solche Ausnahme bildet wohl *Gonioceras* aus amerikanischem Untersilur; die streng symmetrische, stark komprimierte, beiderseits zugeschärfte Schale deutet auf rasches Durchschneiden der Wogen hin.

[4] Der Annahme Verrill's, daß die lebenden Nautili und Spirulae dauernd Wasser in ihren Kammern beherbergen, steht die pseudoplanktonische Verteilung der luftgefüllten *Spirula*-Schalen entgegen. Man

reguliert wird, dürfte viel Analogie mit der Kammerung der Orthoceren zeigen, die hier wie dort das Auf- und Absteigen regelt.

III. Über die Entwicklung der Discoceren, Nautiliden und Lituitiden.

Die Schale war bei Lituitiden und Discoceren, den Vorfahren der Nautiliden, meist eingerollt, seltener schneckenförmig gewunden, und zwar vollzieht sich die Einrollung allmählich; wir kennen eine ganze Reihe von Formen, bei denen die Einrollung nur teilweise ausgeführt ist. So ist die ganze Gruppe der Lituitidae dadurch ausgezeichnet, daß nur die Luftkammern eine lockere Einrollung erfahren, während die freie Wohnkammer schwach gebogen ist. Diese Einrollung ist deshalb so wichtig und interessant, weil wir die gleiche Erscheinung, die wir hier als Anpassung von grundbewohnenden Tieren an die freie Schwimmbewegung anzusehen haben, am Schlusse der Entwicklung der Ammoneen als Rückschlagsbildung vorfinden. Es gibt eine ganze Reihe von jungen Ammoneenformen, bei denen ebenfalls die Wohnkammer frei wird, während die Luftkammern eingerollt bleiben; somit ist hier die Rückwanderung der Tiere, d. h. ihre Wiederanpassung an die kriechende oder wühlende Lebensweise auf dem Grunde des Ozeans wahrzunehmen.

Unterscheiden sich schon die Lituitiden durch ihre noch unvollkommene Einrollung der Luftkammern von den Familien der Endoceratiden, Orthoceratiden und Ascoceratiden, so ist ihnen ein weiteres unterscheidendes Merkmal durch die eigenartige Verengung der Wohnkammer aufgeprägt, die durch einen den Anwachsstreifen der Schale entsprechenden Vorsprung des Mündungsrandes erfolgt.

Am Schluß der Entwicklung der Lituitiden, d. h. im Obersilur, zeigt sich bei einigen Formen die Tendenz, die Wohnkammer zu verkürzen und sich somit den normalen Nautileen zu nähern. Diese an *Nautilus* oder *Discoceras* erinnernden Formen werden als *Ophidioceras* bezeichnet und überleben das Silur nicht. Parallel und gleichzeitig mit den Lituitiden entwickeln sich die Discoceren, d. h. Formen, die zwischen *Nautilus* und *Orthoceras* stehen und sich von den Lituitiden durch einfacheren Verlauf des Anwachsstreifens, d. h. durch einfache Rückbiegung derselben auf der Externseite unterscheiden. Im oberen Teil des Untersilur begegnen wir *Discoceras* und dem durch abweichende (externe) Lage des Siphos gekennzeichneten *Estonioceras* Noetl. Im Obersilur, wo die Entwicklung der Lituitiden endet, entwickelt sich aus *Discoceras* (das noch eine z. T. freie Wohnkammer besitzt) *Barrandeoceras* Hyatt mit vollkommen geschlossener Spirale. Der Zusammenhang des

---

vergleiche besonders R. Hoernes: Zur Ontogenie und Phylogenie der Cephalopoden. Jahrb. d. geol. Reichs-Anstalt. Wien 1903. p. 11.

obersilurischen *Barrandeoceras* mit dem untersilurischen *Discoceras* ist der denkbar engste: Skulptur, Lage des Siphos, Verlauf der Sutur und der Anfang des Gehäuses ist ganz übereinstimmend. Der durch Abstoßung der Anfangsblase gebildete kegelförmige Schalenanfang ist bei *Barrandeoceras* und *Discoceras* ganz übereinstimmend geformt. Nur die späteren Umgänge sind bei *Discoceras* rund und zuletzt frei, bei *Barrandeoceras* geschlossen und im Querschnitt oval.

Neben den spiral eingerollten Formen finden wir schon im Untersilur, vor allem aber im Obersilur, schneckenförmige Gehäuse (*Trochoceras*); es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese Schalenform auf kriechender Lebensweise beruht. Die ältesten Vertreter dieser schneckenförmigen Nautileen sind an der Obergrenze des Untersilurs (z. B. in den Maclurea-Kalken von Kristiania) heimisch und gehen ebenfalls aus *Discoceras* hervor; die Blütezeit der Trochoceren ist das Obersilur.

In der Familie der Nautiliden (einschl. *Discoceras*) bilden die Anwachsstreifen der Mündung eine einfache Ausbuchtung auf dem Rücken. Diese einfache Grundform des Schalenbaus zeigt auch *Kophinoceras*, das im Devon gewissermaßen einen Rückschlag auf die älteren, mit vollkommen losen Windungen ausgestatteten Discoceren (Subgen. *Planctoceras*) darstellt. Die früher als *Gyroceras* bezeichneten devonischen Formen beginnen in der unteren Abteilung mit *Kophinoceras alatum* Barr. sp. und sind in den oberen und mittleren Stufen der Formation durch mannigfache Skulpturformen (Spiralstreifen und Knoten) ausgezeichnet. Da jedoch die Grundanlage des Gehäuses und der Verlauf der Anwachsstreifen der gleiche bleibt, so sind die verschiedenen Formen von *Kophinoceras* nur zu abweichenden Gruppen, nicht in besondere Gattungen, zu stellen [1].

Die Lituitiden im engsten Sinne umfassen die Gattungen *Lituites*, *Ophidioceras* und *Ancistroceras* (= *Strombolituites* und *Rhynchorthoceras* Remelé). Der eingerollte oder eingekrümmte Schalenanfang findet sich in ähnlicher Entwicklung bei *Discoceras* und *Esthonioceras* Noetling. Aber Skulptur und Mündungsform ist bei Lituitiden und Discoceren gänzlich verschieden; während die letzteren den Ausgangspunkt der Nautileen, insbesondere von *Syringoceras* bilden, ähneln die Lituitiden den ältesten Ammoneen.

Die Grundzüge der Skulptur und des Mündungssaums sind jedenfalls bei den Lituitiden und den ältesten Goniatiten die gleichen. Die Externseite der Schale entspricht einem Ausschnitt (Sinus) der Mündung, der jederseits von zwei mehr oder weniger weit vorspringenden Ohren begrenzt ist.

---

[1] Vergl. die zutreffenden Bemerkungen von Holzapfel, Das obere Mitteldevon im Rheinischen Gebirge. 1895. p. 120—157.

Auf der Innenseite der Windung verlaufen Skulpturlinie und Mündungssaum geradlinig.

Die untersilurischen *Lituites*-Arten, wie *Lituites perfectus* Wahl., *L. procerus* Rem. und *L. lituus* zeigen auf den geradlinigen Teilen des Gehäuses eine Abschwächung des wellenförmigen Verlaufes der Anwachsstreifen. Diese wellenförmigen Windungen sind sowohl auf den inneren Teilen des Gehäuses wie nahe der Mündung deutlich ausgeprägt.

Um die Frage der Zusammengehörigkeit der Lituitiden und der ältesten Goniatiten endgültig zu entscheiden, müßte der Schalenanfang der Lituitiden bekannt sein. Ich glaube nun, an einem leider nicht günstig erhaltenen Exemplar von *Lituites Lasaulxii* Rem. eine blasenförmige Anfangskammer zu sehen. Aber selbst, wenn diese Beobachtung sich nicht bestätigen sollte, so ist der Nachweis der blasenförmigen Anfangskammer bei *Orthoceras* schon erbracht worden.

Es läge nun nahe, den Ursprung der Goniatiten in dem obersilurischen *Ophidioceras* zu suchen. Jedoch konnte ich mich bei gut erhaltenen böhmischen Exemplaren von *Ophidioceras simplex* überzeugen, daß der Anfang des Gehäuses niemals eine Embryonalblase, sondern vielmehr die kegelförmig abgestutzte Narbe der Nautileen aufweist.

Ophidioceras ist ferner durch die Vor- und Aufbiegung eines internen Lappens des Mündungssaums gekennzeichnet und bildet eine eigenartige Nebenreihe, die, wie es scheint, ohne direkte Nachkommen zu hinterlassen, im Obersilur ausstirbt.

Bei den verschiedenen, durch mannigfache Skulpturen und Kammerwände gekennzeichneten Formen der eigentlichen Nautiliden zeigt sich eine außerordentliche Verschiedenheit in der Lage des Siphos. Bei den lose oder fest aufgerollten Formen der Discoceratiden ist der Sipho intern bis subextern.

Die im Querschnitt kantigen, meist vierseitigen Temnocheiliden zeigen in ihren älteren Formen einen externen, später subexternen Sipho, während die im Querschnitt runden Nautiliden stets einen subzentralen Sipho besitzen.

Von besonderer Wichtigkeit ist die große Gruppe (Familie oder Unterfamilie) der Discoceratiden, die wir sowohl als Ausläufer der Orthoceren wie als Übergang zu den Nautileen ansehen können. Die Schale dieser Tiere ist scheibenförmig, die Umgänge liegen dicht aneinander und nur der letzte ist etwas abgelöst. Die typischen Discoceratiden sind auf das Untersilur beschränkt.

Schon im oberen Silur treten an ihre Stelle die Nautiliden mit einem im Zentrum durchbrochenen Gehäuse [1], die jedoch im

[1] *Barrandeoceras* u. a.

inneren Bau der Kammerwände, des Siphos und der Skulptur mit den Discoceratiden gut übereinstimmen. Daneben haben wir es mit einer anderen Gruppe zu tun, den Temnocheilidae, die eine Annäherung an die Ammoneen zeigen. Sie besitzen meist einen viereckigen, seltener dreieckigen Querschnitt der Windungen. Der Sipho zeigt das Bestreben, von außen nach innen zu wandern, also genau die umgekehrte Tendenz wie bei den Ammoneen.

Schlußbetrachtungen.

Im Anfang der Entwicklung war die Mannigfaltigkeit der Formen am größten; daher sehen wir nebeneinander im Untersilur *Orthoceras*, die Anfänge von *Trochoceras*, ferner *Discoceras* und *Lituites*, sowie kurz darauf im Obersilur die ältesten Nautileen mit ganz geschlossener Spirale (*Barrandeoceras*). Am Schluß der Entwicklung der Ceratitiden in der obersten Trias und der Ammoneen in der Kreide waren die Plätze im Haushalt des Plankton-Meeres derart überfüllt, daß einzelne Nebenformen sich wieder an kriechende (*Cochloceras*, *Turrilites*) und wühlende Lebensweise (*Rhabdoceras*, *Baculites*) anpassen mußten. Die Lebensdauer dieser Formen war verschieden; am kurzlebigsten waren die ganz einseitig differenzierten Formen wie *Heteroceras*, *Bostrychoceras*, *Crioceras* und *Baculites*, dagegen ist *Scaphites*, der am wenigsten weit von der geschlossenen Urform der Ammoneen abweicht, auch geologisch am ausdauerndsten.

Die Ammoniten mit geschlossener, symmetrischer Spirale werden allgemein als Schwimmer betrachtet. Ammoniten mit teilweise geschlossener Schale (wie *Scaphites* und *Macroscaphites*) dürften, wie dargelegt wurde, eine teilweise schwimmende, teilweise wühlende Lebensweise besessen haben. Mit dieser Erwägung, die an geologische Tatsachen anknüpft, verbreitet sich zugleich Licht über die Hypothese, nach der *Argonauta* der Nachkomme von *Scaphites* mit ganz oder teilweise rückgebildeter Schale sein soll. Man wird sich nur mit Mühe vorstellen können, daß die freischwimmenden Vorfahren von *Scaphites* sich zu einer teilweise wühlenden und dann wieder im Laufe des Tertiär erneut zu einer freischwimmenden Lebensweise bequemt haben könnten. Aber selbst wenn man diese „Spiralgänge der Entwicklung" nicht für unmöglich hält, bleibt immer noch die unerklärliche Tatsache übrig, daß das Weibchen von *Argonauta* nur eine Porzellanschale ohne Perlmutterschicht, die angeblichen scaphitischen Vorfahren aber eine sehr kräftige Perlmutterschale und darüber nur die Andeutung einer Porzellanlage besessen haben.

Im Gegensatz zu den vorstehenden Beobachtungen, welche von lebenden Mollusken ausgehend die Aufrollungsvorgänge der Ammoneen als Anpassungserscheinungen an das umgebende Medium deuten, stehen die bisherigen Erklärungsversuche. Die Hyatt'sche

Hypothese [1], daß pathologische Individuen durch ihren krankhaften Zustand zu einer vorzeitigen Entwicklung angetrieben seien, ist kaum diskutierbar. Der dritten Erklärung, daß die Nebenformen an „phyletischer Altersschwäche“ litten, liegt insofern eine richtige Vorstellung zugrunde, als die Auflösung der Spirale meist kurz vor dem gänzlichen Aussterben der ganzen Gruppe zu erfolgen pflegt. Doch dürfte die Deutung etwa wie folgt zu formulieren sein: Wenn in einer bestimmten Periode die pelagische Tierwelt die Plätze im Plankton des Meeres ausgefüllt hatte, paßten sich einzelne Formen der Lebensweise auf dem Meeresboden an. Wenn eine beschränkte Schwimmfähigkeit erhalten blieb, so bildeten sich halbgeschlossene Gehäuse (*Choristoceras*, *Scaphites*, *Macroscaphites*, *Lituites*, *Discoceras*, *Planctoceras*), kriechende Schalen nahmen die Schneckenform an (*Cochloceras*, *Turrilites*). Wühlende Cephalopoden behielten (*Orthoceras*, *Bactrites*) oder erhielten die Form der schlammbewohnenden Dentalien und Soleniden (*Rhabdoceras*, *Leptoceras*, *Baculites*).

Gleichzeitig mit dem durch physikalische (klimatische) Ursachen oder vielleicht durch „phyletische Altersschwäche“ eintretenden Aussterben des ganzen Stammes erloschen auch die Nebenformen.

Bactrites, *Rhabdoceras*, *Spiroceras* (d. h. die aufgerollten Parkinsonien) und *Baculites* sind die gestreckten und aufgerollten Nebenformen von Ammoneen, welche sich in dem Augenblicke entwickeln, wo die herrschende Gruppe alle Plätze im Haushalte des Meeres erfüllt hat. Die schneckenförmigen Nebenformen (*Cochloceras*, *Turrilites*) treten meist gleichzeitig mit losen oder teilweise geschlossenen Gewinden auf, die jedenfalls eine andere Bewegungsart besessen haben, als die Ammoniten mit geschlossener, symmetrischer Spirale. Daß die schneckenförmig gewundenen Gehäuse auf eine kriechende Lebensweise hindeuten, geht aus dem Vergleich mit der großen Klasse der Gastropoden hervor. Auch die Formen mit halbgeschlossener (*Scaphites*, *Macroscaphites*) oder loser Spirale (*Crioceras*, *Ancyloceras*, *Hamites*) können wohl nur als Grundbewohner gedeutet werden, die eine beschränkte Schwimmfähigkeit beibehielten, ohne ausschließlich eine kriechende oder wühlende Lebensweise zu führen. Während Quenstedt und Zittel nur diejenigen Ammoniten als krankhafte Mißbildungen auffaßten, bei denen vereinzelte Abweichungen von der symmetrischen, geschlossenen Spirale vorkommen, ist dieselbe Erklärung für langlebige, formenreiche Gruppen (*Turrilites* [2], *Scaphites*) untunlich. Hier bildet wohl eine Änderung der Bewegungsart die natürliche Erklärung.

[1] So gut sie auch für vereinzelte, verkrüppelte Arietiten von asymmetrischer Form passen mag.

[2] *Turrilites* s. str. Gault—Cenoman; *Bostrychoceras* Turon—Senon.

Ergebnisse.

1. Die Orthoceren waren wühlende Bewohner des weichen Bodenschlammes und gleichzeitig imstande, gelegentlich in höhere Wasserschichten aufzusteigen.

2. Ihre allmähliche Einrollung (in der Reihe: *Planctoceras, Discoceras, Barrandeoceras*) entsprach dem Verlassen der wühlenden Lebensweise und der fortschreitenden Anpassung an die ausschließlich schwimmende Fortbewegung. Kurzlebige Formen wie *Gonioceras* (und auch *Endoceras*) dürften ebenfalls als Schwimmer zu betrachten sein, die das Problem der Verfestigung einer geraden Kammerschale auf verschiedenem Wege lösten. Die Biegsamkeit der Nautileen-Organisation ergibt sich aus der Regenerationsfähigkeit, d. h. aus dem Abwerfen der Luftkammern bei *Discoceras* und *Orthoceras truncatum*.

3. Bei vollkommener Ausfüllung der Plätze im planktonischen Meere erfolgte wiederholt (Trias, Mittlerer Jura, Kreide) die Ausbildung von „Nebenformen" mit nicht geschlossener Spirale:

a) Teils schwimmende, teils kriechende Lebensweise führten: *Discoceras, Lituites, Scaphites, Macroscaphites.*

b) Ausschließlich kriechend war die Fortbewegung von *Trochoceras, Cochloceras* und *Turrilites.*

c) Teils kriechend, teils oberflächlich wühlend war die Fortbewegung von *Heteroceras* und *Bostrychoceras.*

d) Bohrend, und zwar ausschließlich bohrend, war nach Analogie von *Dentalium* und *Solen* die Lebensweise von *Baculites* und *Rhabdoceras* mit ihren vereinfachten Kammerscheidewänden.

Beiträge zur Kenntnis der Quarzporphyre in der Umgebung von Oberschönau i. Thür.

Von **Emil Ullrich** aus Oberschönau i. Thür.

(Schluß.)

4. Der Porphyr vom Kanzlersberg.

Das Gestein, wie es an den Felsen im „Gründchen" gefunden wurde, steht dem Porphyr des Steinhauks und der Finkensteine sehr nahe. Die Grundmasse ist dicht und von rotbrauner Farbe. Die Einsprenglinge von Quarz und Feldspat sind mittelgroß und derartig zahlreich vorhanden, daß die Grundmasse fast völlig verdrängt wird. Makroskopisch ist keine Neigung zu sphärolithischer oder zu fluidaler Struktur wahrzunehmen.

Auch die mikroskopische Untersuchung hat keine wesentlichen Unterschiede erkennen lassen. Im gewöhnlichen Licht gleicht das Bild fast vollkommen der älteren Porphyrvarietät vom Steinhauk. Fasrige Beschaffenheit der Grundmasse und Fluktuationserscheinungen konnten zwar nicht beobachtet werden; doch wurden Sphärolithe von derselben Ausbildungsweise wie dort vorgefunden. Von den Einsprenglingen ist nur der Quarz insofern von Interesse, als er häufig völlig zerbrochen ist. Zwischen die einzelnen Bruchstücke hat sich Grundmasse gedrängt und sie ganz voneinander getrennt, so daß sie nicht mehr gleichzeitig auslöschen.

5. Der Porphyr vom Ruppberg.

Das von der Höhe des Jungfernbrunnens bis zum Gipfel des Ruppberges reichende Gestein gehört zu dem „Jüngeren Tambacher Porphyr". In der violett- bis braunroten, dichten, splittrigen Grundmasse liegen kleine, nicht besonders zahlreiche Einsprenglinge, darunter reichlich Quarze. Die Grundmasse herrscht außerordentlich stark vor. Fluidalstruktur wird durch Wechsellagerung feiner, wellenförmiger Lagen hervorgebracht. Der Porphyr zeigt infolgedessen bei der Verwitterung eine plattige Absonderung. Hier und da zerfällt das Gestein nach den feinen Rissen und Klüften, welche es durchziehen, in scharfkantige Bruchstücke.

Die Grundmasse zeigt u. d. M. das allotriomorph-körnige Feldspat- und Quarzaggregat. Die Größe der aufhellenden Flecken wechselt in den verschiedenen Präparaten. Zahlreiche Belonite liegen regellos in der Grundmasse zerstreut. In manchen Dünnschliffen heben sich aus der trüben Grundmasse kleinere Quarzflecke deutlich ab. Sphärolithstruktur ist ziemlich ausgesprochen. Neben den winzigen Sphärolithen mit zierlichen Interferenzkreuzen gewahrt man auch größere. Diese sind schon im gewöhnlichen Licht deutlich zu erkennen. Die einzelnen Fasern erreichen meist den Mittelpunkt; nur selten sind sie um ein Quarzkörnchen radial angeordnet. Oft haben sie sich gegenseitig in ihrer Ausbildung gehindert. Zwischen gekreuzten Nicols liefern diese Sphärolithe mehr oder weniger vollständige Interferenzkreuze. Hier und da wechseln grobkörnige und feinkörnige Lagen miteinander ab. Durch diese Wechsellagerung von abweichend struierten Partien wird die schon makroskopisch sichtbare Fluidalstruktur hervorgerufen. In manchen Präparaten deutet auch striemenförmig angeordnetes Pigment auf diese Struktur hin. Unter den porphyrischen Ausscheidungen fehlt Plagioklas. Orthoklas ist trübe und oft ganz undurchsichtig infolge sehr starker Verwitterung. Karlsbader Zwillinge wurden kaum, Mikropegmatit wurde nur vereinzelt beobachtet. Biotit ist nur äußerst spärlich vorhanden. Er ist völlig zersetzt. Quarz findet sich in wohl begrenzten Kristallen und in Kristall-

splittern. Korrosionserscheinungen sind nur ganz selten an ihm wahrzunehmen.

6. Der Porphyr vom Braukopf.

Am Braukopf, dem südlichsten Punkt des untersuchten Gebietes, sind zwei Porphyrvarietäten zur Ausbildung gelangt. Das Gestein vom Felsen am Fahrwege und vom Braukopfstein im Mehliser Revier entspricht dem „Jägerhaus-Porphyr". Die Grundmasse hat hellrötlichbraune Farbe und splittrigen Bruch. Mittelgroße Einsprenglinge von Feldspat und Quarz sind in großer Menge vorhanden. Biotit ist mit der Lupe nachweisbar. Dagegen läßt das Gestein am Gipfel des Braukopfes und am Felsen im Steinbach-Hallenberger Revier alle Eigentümlichkeiten des „Jüngeren Tambacher Porphyrs" aufs beste erkennen. In der violettbraunen, harten, stark überwiegenden Grundmasse liegen nur spärlich kleine Quarz- und Feldspatkristalle zerstreut. Die ehemalige Fließbewegung des Porphyrmagmas wird durch parallele Bänderung der Handstücke schön zum Ausdruck gebracht. Quarzreichere und zugleich hellere Partien wechseln mit quarzärmeren, dunkleren Lagen ab.

Die Absonderung des älteren Porphyrs ist unregelmäßig polyedrisch, die des jüngeren, infolge der fluidalen Struktur, dünnplattig.

Auch mikroskopisch kann man Unterschiede an den beiden Varietäten beobachten. In der Grundmasse des jüngeren Porphyrs sind zahlreiche helle Quarzflecken vorhanden, die bei dem älteren nicht in dieser großen Menge vorkommen und nicht so auffällig hervortreten wie bei jenem. Hinsichtlich der Sphärolithstruktur, die bei dem jüngeren Porphyr viel ausgesprochener ist als bei dem älteren, unterscheiden sich die beiden Gesteine ebenfalls ganz merklich. In der Grundmasse des älteren Porphyrs treten nur gelegentlich Sphärolithe auf. Sie sind ziemlich klein; ihre radialfasrige Struktur ist im gewöhnlichen Licht nur undeutlich wahrzunehmen. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen sie deutliche und vollständige Kreuze. In den Dünnschliffen des jüngeren Porphyrs sind die sphärolithischen Gebilde über das ganze Gesichtsfeld verbreitet. Sie haben ziemliche Größe und sind schon im gewöhnlichen Licht ganz deutlich zu erkennen. Hier und da liegt in der Mitte der Sphärolithe ein wasserhelles Quarzkorn. Nach außen schließt sich ein Kranz von radial gestellten, feinen, trüben Fasern an, der im polarisierten Licht die vier Arme des Interferenzkreuzes zeigt. Oft fehlt der Kern von Quarz, und die einzelnen Fasern erreichen den Mittelpunkt. Zwischen gekreuzten Nicols lassen diese letzteren Sphärolithe, die sich gewöhnlich in ihrer Ausbildung gegenseitig gehindert haben, im Gegensatz zu den oben erwähnten mit Quarzkern, nur undeutliche Kreuze wahrnehmen. Mikroskopische

Fluidalstruktur kommt, wie die makroskopische, nur der jüngeren Varietät zu. Sie entsteht durch lagenweise Anreicherung des Pigments. Von den Einsprenglingen findet sich der Quarz im älteren Porphyr in dihexaedrischen Einzelkristallen oder in Gruppen, die aus mehreren solcher verwachsen sind. Er ist meist stark korrodiert. In dem jüngeren Porphyr ist der Quarz gut begrenzt und zeigt nur selten Korrosionserscheinungen. Häufig ist er zerbrochen. Orthoklas ist in beiden Varietäten sehr trübe. Nur vereinzelt kann man Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz feststellen. Mikropegmatitische Verwachsungen von Orthoklas und Quarz wurden nur im älteren Porphyr angetroffen. Plagioklas und Biotit, die beide in der älteren Varietät in ziemlicher Menge vorhanden sind, treten in der jüngeren stark zurück.

7. Der Jägerhaus-Porphyr.

Unter dem Namen „Jägerhaus-Porphyr" sei das Gestein vom Dörrekopf und das vom Jägerhausberg zusammengefaßt. Wie bereits einleitend erwähnt, bezeichnet Beyschlag dieses Gestein als einen der drei Haupttypen der in den Oberhöfer Schichten des Mittelrotliegenden eingelagerten Porphyre. E. Zimmermann [1] hält ihn für den ältesten der Oberhöfer Quarzporphyrergüsse. Die Grundmasse ist dicht und hat dunkelbraunrote bis graurote Farbe. Eingesprengt sind viele, durchschnittlich mittelgroße Kristalle von Quarz und Feldspat. Die meisten Feldspäte sind 2—5 mm groß; gelegentlich erreichen einzelne auch 10—12 mm. Die rauchgrauen Quarzkörnchen haben gewöhnlich einen Durchmesser von 1—5 mm Länge. Mit der Lupe kann man auch Glimmerblättchen erkennen. Fluidale oder sphärolithische Ausbildung ist makroskopisch nirgends vorhanden. In Klüften hat sich gelegentlich Kalkspat abgesetzt.

Die Grundmasse zeigt auch hier wieder im polarisierten Licht das allotriomorph-körnige Aggregat von Quarz und Feldspat. Die Körner sind mitunter von ziemlicher Größe. An den Stellen, wo sich der Ferrit zu kleinen Klümpchen zusammengeballt hat, erscheint die Grundmasse fast ganz entfärbt. In diesen hellen, entfärbten Partien treten sehr viele, winzige Sphärolithe auf. In einem Präparat wurden unvollständige Sphärolithe gefunden. Die abwechselnd hellen und trüben Fasern derselben gehen meist von einem Biotitkriställchen aus und sind etwas unregelmäßig radial angeordnet. Zwischen gekreuzten Nicols kann man nur undeutliche Kreuze wahrnehmen. Unverändert mikrofelsitische Substanz wurde nur sehr spärlich angetroffen. Andeutung von Fluidalstruktur, die durch parallel gelagerte Ferritkörnchen und Belonite hervorgerufen wird, läßt sich stets nur auf kurze Strecke hin verfolgen. Die

[1] Erläuterungen zu dem Kartenblatt: Crawinkel—Gräfenroda 47.

Einsprenglinge von Quarz und Orthoklas sind vielfach von Rissen durchzogen, in denen sich Grundmasse abgesetzt hat. Orthoklas ist gelegentlich korrodiert. Neben dem Orthoklas ist in ganz untergeordnetem Maße auch Plagioklas vorhanden. Er ist in der Regel stark getrübt. Der in ziemlich beträchtlicher Menge vorkommende Biotit ist in den verschiedensten Verwitterungsstadien zu finden. Apatit und Zirkon finden sich sowohl im Feldspat und Biotit als auch in der Grundmasse.

8. Der Porphyr vom Mittelhauk.

Makroskopisch gleicht das Gestein ganz dem „Jägerhaus-Porphyr"; vergl. p. 609.

Auch die mikroskopische Untersuchung hat keine besonderen Unterschiede erkennen lassen. Neben den winzigen Sphärolithen und den Sphärolithsektoren, welche in der Grundmasse des Jägerhaus-Porphyrs vorhanden sind, treten hier noch etwas anders beschaffene sphärolithische Gebilde auf. Die langen, trüben Fasern dieser meist unvollständigen Sphärolithe gehen gewöhnlich radial von einem zentral gelegenen Quarz oder Feldspatkriställchen aus. Hier und da sind sie durch eine Lage dicht gedrängter Ferritkörnchen nach außen abgeschlossen. In die stellenweise stark pigmentierte Sphärolithmasse sind kleine Körnchen einer fremden Substanz eingelagert. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt infolgedessen das sphärolithische Gebilde ein fleckiges Aussehen; von einem Interferenzkreuz ist, wie schon im allgemeinen Teil erwähnt nichts wahrzunehmen. In ihrer sonstigen Beschaffenheit entspricht die Grundmasse derjenigen des Jägerhaus-Porphyrs. Die Feldspat- und Quarzeinsprenglinge sind bisweilen mit einem schmalen Magnetitrand umgeben. Der Quarz findet sich nicht nur in Einzelkristallen, sondern auch in Aggregaten verschiedener Individuen Er ist stark korrodiert und enthält mitunter mehrere Glaseinschlüsse In einem Individuum wurden deren neun gefunden. Orthoklas und Plagioklas sind in der Regel stark getrübt. Gelegentlich tritt auch Calcit als Zersetzungsprodukt des Plagioklases auf. Grundmasse mit stark verwittertem Biotit findet sich oft als zungenartige Einbuchtung in Quarz- und Feldspatkristallen.

9. Der Porphyr vom Hohestein.

Der Porphyr ragt an der Kohlenbachswand und am eigentlichen Hohestein in mächtigen Felsen empor. In der braunroten, bisweilen auch grünlichen Grundmasse bemerkt man sehr zahlreiche mittelgroße Einsprenglinge von Quarz und Feldspat. Sphärolithische oder fluidale Strukturen sind nicht wahrzunehmen. Es liegt auch hier wieder ein Porphyr vom „Jägerhaustypus" vor.

Die Grundmasse zeigt u. d. M. vielfach feine Sprünge, in denen sich Quarz, Eisenhydroxyd oder auch Calcit abgesetzt haben. Gelegentlich tritt in beträchtlicher Menge ein viriditisches Infiltrationsprodukt auf; es verursacht die grüne Farbe mancher Handstücke. Sehr kleine Sphärolithe sind oft schon im gewöhnlichen Licht bei starker Vergrößerung zu erkennen. In ihrer Mitte befindet sich nicht selten eine Anhäufung von Ferritkörnchen. Zwischen gekreuzten Nicols liefern sie schöne Interferenzkreuze. Hier und da ist die Grundmasse so stark getrübt, daß eine nähere Untersuchung ausgeschlossen ist. Reihenförmige Anordnung der Belonite und schmale, helle Fluidalstreifen, die vielfach gebogen und gestaucht erscheinen, deuten auf Fluidalstruktur hin. In den feinen Rissen, welche den Quarz durchsetzen, tritt ein fast farbloses, glimmerähnliches Mineral auf. Mikropegmatitische Verwachsungen sind mehrfach gefunden worden. Der reichlich vorhandene Biotit ist verhältnismäßig frisch und zeigt dann ziemlich kräftigen Pleochroismus zwischen rotbraun und hellgelb bis farblos.

10. Der Porphyr vom Finsterbachskopf.

Das Gestein am Sumpf und in der Hohen Schneise am Finsterbachskopf erweist sich als ein „Jüngerer Tambacher Porphyr“. Die Grundmasse ist graubraun bis hellgrau, sehr hart und von splittrigem Bruch. Porphyrisch ausgeschiedene Quarz- und Feldspatindividuen sind von geringer Größe und nur spärlich vorhanden. Fluidalstruktur ist nicht besonders augenfällig.

Die Absonderung ist unregelmäßig und plattig. U. d. M. ist keine ausgesprochene Sphärolithstruktur erkennbar. In der im polarisierten Licht allotriomorph-körnig erscheinenden Grundmasse sind nur selten winzige Sphärolithe wahrzunehmen. Fluidalstruktur entsteht durch bandförmig angeordnetes Pigment. Plagioklas tritt stark hinter dem Orthoklas zurück. Beide sind gewöhnlich durch weitgehende Zersetzung stark getrübt. Karlsbader Zwillinge wurden kaum beobachtet. Quarz findet sich in Kristallsplittern, bildet aber meist wohlbegrenzte Kristalle. Biotit ist ganz zersetzt und nur spärlich vorhanden.

11. Der Porphyr von den Zwölf Aposteln.

Das Gestein am Hohen Born der Kohlenbachswand hat die nämliche Beschaffenheit wie der Quarzporphyr von den Zwölf Aposteln. Beide Vorkommen sollen im folgenden zugleich beschrieben werden. Es handelt sich um einen älteren Porphyr vom „Greifenbergtypus“. Er ist durch sehr augenfällige, abnorm große Feldspat- und Quarzeinsprenglinge charakterisiert. Die Quarze erreichen bis 8 mm Durchmesser; die Feldspäte zeigen nicht selten eine Größe von 2—3 cm. Karlsbader Zwillinge

kommen sehr häufig vor. Neben den Orthoklasen finden sich auch vereinzelte Plagioklase, deren Streifung infolge weitgehender Verwitterung makroskopisch nicht mehr wahrzunehmen ist. Bezüglich der Farbe sind Orthoklas und Plagioklas nicht zu unterscheiden; beide sind gelblichweiß. Mitunter zeigen die Feldspatkristalle infolge starker Zersetzung ein porös-zerfressenes Aussehen. Ganz selten sind die Feldspäte vollständig verschwunden; nur die Form der entstandenen Hohlräume deutet dann auf ihr einstmaliges Vorhandensein hin. Winzige Täfelchen von Glimmer sind nur schwer erkennbar. Die Grundmasse ist braungrau oder hellgrau gefärbt. An manchen Stellen nimmt das ganze Gestein eine poröse Struktur an. Die zahlreichen, primären, kleinen, eckigen Hohlräume sind mit feinen Quarzkriställchen ausgekleidet.

Die Absonderung ist unregelmäßig.

Die Grundmasse zeigt u. d. M. ein allotriomorph-feinkörniges Gemenge von Quarz und Feldspat. Sphärolithstruktur ist deutlich ausgesprochen. Man findet Sphärolithe, die von hellen und trüben Fasern gebildet werden und von der übrigen Grundmasse durch eine Lage dicht gedrängter Ferritkörnchen abgeschlossen sind. Zwischen gekreuzten Nicols erkennt man, daß sich die Fasern aus hintereinanderliegenden feinen Körnchen zusammensetzen. Die Sphärolithe liefern kein Interferenzkreuz; sie besitzen ein fleckiges Aussehen. Neben diesen Sphärolithen sind auch noch solche vorhanden, an deren Aufbau sich nur feine, trübe Fasern beteiligen. Im Innern befindet sich meist ein Kern einer gekörnelten, feldspatähnlichen Substanz. Ein scharfes Interferenzkreuz können diese Sphärolithe wegen der starken Zersetzung und der dadurch veranlaßten Trübung der einzelnen Fasern nicht mehr zeigen. Die Erscheinung ist nur ganz undeutlich zu beobachten. Winzige Sphärolithe mit zierlichen Kreuzen kommen nur versteckt vor. Rings um die kleinen eckigen Hohlräume, die mit Quarzkriställchen ausgekleidet sind, nimmt die Grundmasse sphärische Struktur an. Man sieht kleine kuglige, nicht fasrige, sondern gekörnelte Gebilde in die Hohlräume hineinragen. Andeutung von Fluidalstruktur entsteht durch bandförmig angeordnetes Pigment. In einem Präparat ist ursprünglicher Mikrofelsit deutlich erkennbar. Protoklastische Phänomene sind am Quarz häufig zu beobachten. Die Orthoklase treten meist in Form von Karlsbader Zwillingen auf. Die Plagioklase sind gewöhnlich stärker verwittert als die Orthoklase. Der Biotit ist ziemlich reichlich vorhanden und zeigt bisweilen noch schwachen Pleochroismus.

12. Der Möstporphyr.

Das Gestein der Hohen Möst mit seiner dunkelbraunen oder auch graugrünen Grundmasse ist ein dem „Jägerhaus-Typus“ nahe-

stehender älterer Porphyr. Er ist durch zahlreiche meist mittelgroße Feldspat- und Quarzeinsprenglinge gekennzeichnet. Die Feldspatkristalle erreichen zuweilen eine Länge von 1—1,5 cm; im Durchschnitt sind sie 3—8 mm groß. Orthoklas ist sowohl an der rötlichen Farbe als auch an den glänzenden Spaltflächen zu erkennen. Die nur vereinzelt auftretenden Plagioklase sind gewöhnlich mehr oder weniger stark zu weißem Kaolin verwittert. Die Quarzkristalle erreichen zumeist Größen von 3—4, gelegentlich bis 8 mm. An den besonders großen Kristallen kann man nicht selten mit bloßem Auge bereits Einbuchtungen der Grundmasse erkennen. Mit der Lupe kann man sehr vereinzelt kleine Glimmerblättchen beobachten.

In jedem Präparat konnten u. d. M. zwischen gekreuzten Nicols in der allotriomorph-körnigen Grundmasse versteckte, winzige Sphärolithe gefunden werden. In einem Dünnschliffe treten sphärolithische Gebilde auf, deren Struktur man im gewöhnlichen Licht schon deutlich wahrnehmen kann. In der Mitte liegt öfters eine Anhäufung von Ferritkörnchen. Nach außen folgt ein Kranz von sehr feinen, radial gestellten Fäserchen, die manchmal nicht leicht zu erkennen sind. Im polarisierten Licht sieht man scharfe Interferenzkreuze. Hier und da deutet bandförmig angeordnetes Pigment auf Fluidalstruktur hin. In einigen Präparaten ist ein viriditisches Infiltrationsprodukt in Form von Fäserchen und Schüppchen über das ganze Gesichtsfeld verbreitet. Über die Einsprenglinge ist nichts Besonderes zu bemerken.

13. Der Porphyr vom Donnershauk.

Am Kachelofen, in der Hohen Schneise und am Gipfel des Donnershauks befindet man sich im „Jüngeren Tambacher Porphyr". Das Gestein ist von dunkel- bis hellgrauer Farbe. Die für den jüngeren Porphyr charakteristische Fluidalstruktur zeigt sich hier deutlich sowohl in der Bänderung der Handstücke als auch in dem dünnplattigen Zerfall des Gesteins bei der Verwitterung. Die Biegungen und Stauchungen der einzelnen Bänder treten bei der Absonderung gut hervor und verleihen den Platten ein gekräuseltes oder gefaltetes Aussehen.

In der Grundmasse findet man u. d. M. oft mit Quarz erfüllte Hohlräume, in welche dünn prismatische Feldspatindividuen hineinragen; der Quarz ist somit jünger als der Feldspat. Stellenweise ist die Grundmasse stark getrübt. Mikroskopische Fluidalstruktur wird durch striemenförmig angeordnetes Pigment verursacht. Sphärolithe sind verbreitet und treten uns hier in derselben Form und Ausbildungsweise entgegen, wie wir sie schon bei der jüngeren Varietät des Porphyrs vom Braukopf angetroffen haben; vergl. p. 608. Plagioklas ist nicht gefunden worden. Der Orthoklas ist

stark getrübt und tritt hinter dem Quarz zurück. Biotit ist nur äußerst spärlich vorhanden.

14. Der Porphyr vom Petersberg.

Am Katzenstein und am Fahrwege, der den Petersberg umzieht, trifft man einen Porphyr, der dem vom Donnershauk sehr nahesteht und wie dieser für einen „Jüngeren Tambacher Porphyr“ zu halten ist. Fluidalstruktur ist auch hier in derselben Weise vorhanden, jedoch nicht so deutlich wie dort. Das Gestein ist hellgrau oder braunrot gefärbt.

Auch die mikroskopischen Beobachtungen haben gegenüber dem Porphyr vom Donnershauk keine nennenswerten Unterschiede erkennen lassen; es mag deshalb an dieser Stelle nur auf jenes Vorkommen verwiesen werden.

15. Der Porphyr vom Zimmerskopf.

Der Porphyr vom Zimmerskopf steht besonders an der Südwestseite vielfach in mächtigen Felspartien an. Die ganze Beschaffenheit des Gesteins deutet darauf hin, daß auch hier wieder ein „Jüngerer Tambacher Porphyr“ vorliegt. Die Farbe ist rötlichbraun oder auch dunkler mit einem Stich ins Graue. Die Grundmasse ist hart und splittrig. Kleine Feldspat- und Quarzkristalle sind meistens spärlich vorhanden. Nur selten treten viele, relativ große Einsprenglinge besonders von Quarz auf. Andeutung von Fluidalstruktur ist gelegentlich wahrzunehmen.

U. d. M. weist die Grundmasse gegenüber der des Porphyrs vom Donnershauk keine besonderen Unterschiede auf. Das allotriomorph-körnige Feldspat-Quarzgemenge und die Sphärolithe sind in derselben Weise wie dort anzutreffen. Die Fluidalstruktur ist hier viel feiner; sie wird durch sehr dünne Schnüre reihenförmig gestellter winziger Ferritkörnchen gebildet. In manchen Präparaten ist in der Grundmasse ein grünes Verwitterungsprodukt in Form von Fäserchen und Schüppchen verbreitet. Über die Einsprenglinge ist nur wenig zu sagen. Der Quarz ist häufig noch ganz regelmäßig begrenzt. Von Feldspat tritt nur Orthoklas auf. Gelegentlich sind Verwitterungsprodukte darin so reichlich vorhanden, daß nur noch wenig von der ursprünglichen Orthoklassubstanz übrigbleibt. An Stelle des ganz zersetzten Biotits finden sich Magnetitkörnchen.

16. Der Porphyr vom Schwarzenkopf.

Anstehendes Gestein ist am Schwarzenkopf nirgends zu finden. Die untersuchten Handstücke wurden von einem Felsblock geschlagen, der in der Hohen Schneise etwa 200 m unterhalb der

Fahrstraße Oberschönau—Tambach liegt. Das Gestein ist recht kompakt und von splittrigem Bruch. In der rötlichgrauen Grundmasse sind nur wenige Feldspat- und Quarzkristalle zu sehen. Es liegt also auch hier wieder ein „Jüngerer Tambacher Porphyr" vor.

U. d. M. zeigt die Grundmasse fasrige Beschaffenheit. Die Fasern liegen meist ganz wirr durcheinander; nur selten sind sie büschelförmig oder zu mehr oder weniger vollständigen Sphärolithen angeordnet. Diese liefern im polarisierten Licht kein Interferenzkreuz, sondern haben infolge der etwas unregelmäßig radialen Anordnung der einzelnen Fasern ein fleckiges Aussehen. Die Fasern anderer sphärolithischer Gebilde setzen sich, wie man zwischen gekreuzten Nicols erkennen kann, aus kleinen, hintereinanderliegenden Körnchen zusammen. Über die Einsprenglinge ist nichts zu bemerken.

17. Der Porphyr vom Hellenberg.

Mit Ausnahme der Gipfelregion gleicht der Porphyr am Hellenberg sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch vollkommen dem vom Zimmerskopf; vergl. p. 608 und 609. In der Nähe des Gipfels und auf diesem selbst trifft man dagegen ein Gestein, welches sich von den beschriebenen jüngeren Porphyren durch seine Tendenz zur Kugelbildung unterscheidet. Die Farbe ist rötlichgrau, an der verwitterten Oberfläche bisweilen graulichweiß. Die Kügelchen haben gewöhnlich Durchmesser von 1—10 mm und sind so massenhaft in der dichten Grundmasse angehäuft, daß die sphärische Struktur sehr augenfällig in die Erscheinung tritt und ein rogensteinähnliches Aussehen hervorgerufen wird. Meist finden sie sich als isolierte, seltener als zusammengesetzte Kugelgebilde und heben sich mit ihrer weißgrauen Färbung von der meist rotbraunen, stark zurücktretenden Grundmasse ganz auffällig ab. Die Kügelchen erweisen sich als radialstrahlig erstarrte Teile der Grundmasse. Mitunter bilden sie keine vollständigen Kugeln, sondern sie heften sich als Kugelsektoren an die Einsprenglinge an. Wie man u. d. M. erkennen kann, befindet sich im Zentrum dieser Sphärolithe ein Quarzaggregat, um welches herum feinfasrige Partien radial angeordnet sind, die nach außen hin zuweilen eine gröbere Struktur annehmen können. In den radialfasrigen Partien sind oft Einsprenglinge von Quarz und Feldspat zu finden. Nach Weiss[1] „mögen dieselben teilweise als Ausgangspunkt der Sphärolithbildung gedient haben, doch öfter noch sind sie einfach von dem Sphärolith während dessen Festwerden getroffen und umschlossen worden". Neben diesen kompakten, kleinen Sphärolithen finden sich als Gerölle zwischen

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **29**. 1877. p. 421.

anderen Porphyrtrümmern auch einzelne größere Gebilde derselben Art. Sie haben gewöhnlich einen Durchmesser von 5—10 cm und bilden die sogenannten Porphyr- oder Schneekopfkugeln. Auch diese erweisen sich im wesentlichen als einfache Sphärolithe und sind zum Unterschied von den kleineren Kügelchen meist hohl. Der Hohlraum ist ganz oder nur teilweise mit Quarzkristallen ausgefüllt. In den Erläuterungen zu dem Kartenblatt Crawinkel—Gräfenroda 58 wird von E. ZIMMERMANN angenommen, daß „die in diesen Kugeln, wie auch in sonstigen Hohlräumen der Porphyre ausgeschiedene Kieselsäure nicht etwa aus der Verwitterung der Porphyre, besonders ihrer Feldspäte, herstammt, denn sie findet sich auch in frischem Gestein, sondern aus den Dämpfen, die den flüssigen Laven bei ihrer Eruption entstiegen". Die feste Kugelrinde ist sphärolithisch struiert und beherbergt, wie die radialfasrige Partie der kleinen Kügelchen, Einsprenglinge von Quarz und Feldspat. Der Innenhohlraum ist von der Dicke der Rinde unabhängig und meist riß- oder sternförmig, seltener kuglig. Die Hohlräume sind wohl als Gasblasen zu deuten, von denen aus die Sphärolithbildung begann. Die Porphyrkugeln sind wie die kleinen Kügelchen von einer ziemlich scharfen, glatten Oberfläche nach außen begrenzt und lösen sich als schwer angreifbare Gebilde bei der Verwitterung leicht aus dem Gestein; so kommt es, daß man sie einzeln als Gerölle zwischen anderen Porphyrbrocken findet.

Mineralogisches Institut der Universität Marburg i. Hessen.

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. 8. Abteilung. Bog. 21—30. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1915. p. 321—480. Mit vielen Abbildungen, Tabellen, Diagrammen und Tafeln.

Die vorliegende, im August d. J. erschienene neue Abteilung des auch in der Kriegszeit vorschreitenden Werkes enthält folgende Artikel: Natrolith [Schluß] (Epinatrolith), Ägirin (Akmit), Urbanit, Ägirinaugit und Glaukophan von C. DOELTER; Analcim von A. HIMMELBAUER; Ussingit, Weinbergerit, künstliche Natrium-Aluminiumhydrosilikate, Natriumglimmer (Paragonit), Natriumplagioklas (Albit), Natrium-Aluminiumchlorosilikat (Marialithsilikat), Kalium-Aluminiumsilikate, Kaliophilit (Phakelit), Muscovit (Kaliumglimmer), Glimmerartige Zersetzungsprodukte verschiedener Mineralien, Lithiumkalium-Aluminiumglimmer (Lepidolith), Lithiumkaliumeisenglimmer (Zinnwaldit) und Leucit (Anfang) von C. DOELTER. **Max Bauer.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Scaphites.

II. Über die Rückbildung der Skulptur bei der jüngsten Scaphitenart.

Von **Fritz Frech.**

Mit 2 Textfiguren.

Bis zum Obersenon läßt sich bei allen europäischen und den meisten amerikanischen Scaphiten eine langsam fortschreitende Differenzierung der Oberflächenskulptur wahrnehmen. Die Zahl der Rippen und Knoten nimmt gleichzeitig mit der allgemeinen Schalengröße so regelmäßig zu, daß man an dem Grade der Komplikation das geologische Alter beinahe unmittelbar ablesen kann. Nur eine einzige Ausnahme findet sich. Sie betrifft den amerikanischen, in dem obersten Senon auftretenden *Scaphites Conradi* Morton [1]. Von der großen Hauptart liegt mir ein Exemplar vor, das aus der Fox Hill group (Obersenon) von Standing Rock in der Indianer Reservation in Süd-Dakota stammt. Das Stück ist etwas gestreckter wie die zitierte Abbildung, doch kann an der Übereinstimmung kein Zweifel bestehen. Andererseits gibt die Zeichnung Meek's den Charakter der Skulptur nicht besonders gut wieder. Man erkennt z. B. nicht, daß die Skulptur auf den Luftkammern und im inneren Drittel der Wohnkammer vollkommen mit *Protrachyceras*, und zwar besonders mit dem flachseitigen, zusammengedrückten *Protrachyceras longobardicum* Mojs. [2] übereinstimmt.

Abweichend von der Triasform und abweichend von den auf ähnlicher Entwicklungshöhe stehenden Oberkreideformen (*Scaphites pulcherrimus* A. Roemer und *Sc. gibbus* Schlüter [3]) ist jedoch die Rückbildung und Veränderung der Skulptur auf den äußeren zwei Dritteln der Wohnkammer. Die vorher kräftigen Rippen werden hier fein, d. h. ihre Breite verringert sich auf die Hälfte und verändert somit den allgemeinen Charakter fast unvermittelt. Gleichzeitig werden die Dornen, die im Innern zehn regelmäßige Spiralreihen zeigen, ganz unregelmäßig, soweit sie nicht völlig ver-

[1] F. B. Meek, United States Geol. Survey of the Territories. 1876. Taf. 36 Fig. 1. p. 430.

[2] Edm. v. Mojsisovics, Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Wien 1882. Taf. XX Fig. 1.

[3] Palaeontogr. 21. N. F. Taf. XXVI Fig. 1—3 u. 6.



Fig. 1. *Scaphites Conradi* Morton. Obersenon = Fox Hill group. Standing Rock, Süd-Dakato (Indianer Reservation). $\frac{4}{5}$ nat. Größe. Die Sutur ist stärker differenziert als bei den untersenonen Vorgängern; auch die Skulptur zeigt auf den inneren Luftkammern und dem Innenteil der Wohnkammer weitere Fortbildung, ist nahe der Mündung dagegen rückgebildet.

schwinden. Zwar zeigt auch die Skulptur bei den etwa gleichalten europäischen Arten (*Sc. pulcherrimus, spiniger* und *gibbus*) gewisse Änderungen, doch bestehen diese nur in einem Gröberwerden der Rippen in der Mitte der Wohnkammer derart, daß die Skulptur der Mündungsgegend und der Luftkammern ungefähr gleich ist.



Fig. 2. *Scaphites binodosus* F. A. ROEMER var. *brevis* MEEK = *Sc. nodosus* var. *brevis* MEEK. Untersenon (Fort Pierre group). Bad lands. Dakota. Die Art zeigt die weniger differenzierte Sutur und Skulptur einer älteren *Scaphites*-Art (zum Vergleich mit der jüngeren *Sc. Conradi*).

Eine wirkliche Rückbildung der Skulptur, d. h. ein Feinerwerden tritt somit nur bei der amerikanischen Form ein. Diese ist gleichzeitig insofern als akmatisch zu bezeichnen, als sie alle europäischen Arten — auch *Sc. tridens* — an Größe übertrifft. Es handelt sich bei der Veränderung der Skulptur um eine wirkliche Rückbildung, insofern die Mündungsskulptur von *Sc. Conradi* mit der Oberflächenform älterer Arten wie *Sc. binodosus* und *constrictus* wieder übereinstimmt. Diese Beobachtung ist u. a. deswegen

	Europäische Bezeichnungen und amerikanische Äquivalente		Gliederung der Kreide nach Ammoniten nach A. de Grossouvre	Bezeichnungen nach Scaphiten
Oberkreide	Laramie-St. (mit Braunkohlen)	Dänische Stufe (Danien)	Zone d. *Hercoglossa danica*	Ohne Scaphiten und ohne Ammoneen
	Fox Hill group *Sc. Conradi*	Ober- (Maestricht-St.)	Zone d. *Parapachydiscus neubergicus* . . . „ „ *Bostrychoceras polyplocum*	*Scaphites constrictus* *Scaphites pulcherrimus* und *Scaphites Roemeri*
	Senon Fort Pierre gr.	Mittel- Campanien (Champagne-St.)	Zone d. *Hoplites Vari* „ „ *Schloenbachia* (*Mortoniceras*) *delawarensis* „ „ *Placenticeras bidorsatum*	 *Scaphites binodosus*
	Sc. binodosus var. div.	Unter- Santonien (Saintonge-St.)	Zone d. *Placenticeras syrtale* „ „ *Schloenbachia* (*Mort.*) *texanum*	
	Emscher = Niobrara group		„ „ „ „ *Emscheris* „ „ „ (*B.*) *Haberfellneri* . .	*Scaphites Lamberti* *Scaphites kieslingswaldensis*
	Turon = Fort Benton group *Scaphites Warreni*		Zone d. *Acanthoceras Deverianum* „ „ „ *ornatissimum* . . . . „ „ „ *Bizeti* „ „ „ (*Mammites*) *nodosoides*	 *Scaphites Geinitzi* *Scaphites Warreni* var.
	Cenoman = Dakota-Sandstein (mit Landpflanzen)		Zone d. *Acanthoceras rotomagense* . . . . . „ „ „ *Mantelli*	*Scaphites aequalis*
	Ob. Gault		Zone d. *Schloenbachia* (*Mort.*) *inflatum*	

wichtig, weil angesichts dieser Tatsache die Zurückführung der *Argonauta*-Skulptur auf *Scaphites* nicht wohl möglich erscheint; die erhebliche Änderung des Skulpturcharakters in dem kurzen Bereiche der Wohnkammer kehrt in dieser Weise nur bei einigen Perisphincten wieder.

Die Fox Hills group besitzt im allgemeinen obersenones Alter, doch steht die rückläufige Bewegung der Skulptur von *Sc. Conradi* im Gegensatz zu der fortschreitenden Differenzierung der jüngsten Ammoneen.

Auch die Suturlinie von *Sc. Conradi* ist gut erhalten, zeigt aber im Gegensatz zu der Rückbildung oder Vereinfachung der Skulptur eine fortschreitende Differenzierung, d. h. die letzte Kammerscheidewand ist am stärksten gezackt, wie aus dem Vergleich mit den älteren Scaphiten, besonders mit *Sc. brevis*, hervorgeht. Somit liegt kein allgemeiner Vorgang der Rückbildung vor, vielmehr ist eine für das Auf- und Absteigen im Wasser bestimmte Einrichtung der Befestigung der Kammerwände in vorschreitender Entwicklung geblieben. Die jüngste und größte Scaphitenform zeigt keinerlei Umwandlungen, die auf eine Rückbildung oder gar auf den gänzlichen Verlust der Luftkammern bei den Männchen hinweisen. Auch die Beobachtungen an der jüngsten Scaphitenart lassen die Hypothese über den Zusammenhang von *Scaphites* und *Argonauta* als unbegründet erscheinen.

Der Vergleich der europäischen und amerikanischen Scaphiten und ihres geologischen Alters ergibt sich aus der auf p. 620 befindlichen Übersicht.

Die stratigraphische Stellung der Oberkreide von Assam (Ostindien).

Von Dr. **E. Spengler** in Graz.

Da meine im Vorjahre vollendete Bearbeitung der Oberkreide von Assam infolge des Krieges erst in einigen Jahren zum Druck gelangen kann, so möchte ich an dieser Stelle in Kürze die wichtigsten stratigraphischen und paläogeographischen Ergebnisse bekannt geben.

Der größte Teil des Materials lag bereits 1871 bei der Abfassung von H. B. Medlicott's Arbeit: „Geological Sketch of the Shillong Plateau in North-Eastern Bengal" (Memoirs of the Geological Survey of India. 7) vor. Medlicott gab bereits damals eine Fossilliste, die auch in Medlicott's und Blanford's Handbuch der Geologie von Indien übernommen wurde[1]. Medlicott

[1] Medlicott und Blanford, A Manual of the geology of India. p. 688, 689.

unterschied damals zwei Horizonte in der Oberkreide von Assam: Utatur (Cenoman) und Ariyalur (Obersenon). Meine Untersuchungen haben ergeben, daß nicht die geringsten Anhaltspunkte für ein cenomanes Alter eines Teiles der Assamkreide vorhanden sind, sondern daß die ganze bisher bekannte Oberkreide von Assam dem Obersenon angehört. Insbesondere hat sich der vermeintliche „*Ammonites dispar*“ durch Freilegung der Lobenlinie als eine neue Art von *Pachydiscus* (*P. Assamensis* n. sp.) aus der Gruppe des *P. Egertonianus* erwiesen. Darnach ist es wahrscheinlich, daß im Gebiete von Assam die Oberkreidetransgression erst im Obersenon einsetzt, ebenso wie dies Kossmat[1] für den Pondicherrydistrikt nachweisen konnte.

Die Fauna besteht aus 94 Arten, von denen allerdings wegen des ungünstigen Erhaltungszustandes nur etwa die Hälfte mit Sicherheit spezifisch bestimmbar ist. 11 Arten sind neu. Es wurden 6 Echiniden, 6 Brachiopoden, 21 Lamellibranchiaten, 51 Gastropoden und 10 Cephalopoden beschrieben. Letztere sind die folgenden:

Nautilus Baluchistanensis Spengler
— sp.
Tetragonites sp.
Anisoceras sp.
Turrilites (*Heteroceras*) cf. *Hornbyensis* Whiteaves
Baculites vagina Forb.
— sp. (cf. *vagina* var. *simplex* Kossm.)
— cf. *anceps* Lam.
Pachydiscus Gollevillensis d'Orb.
— *Assamensis* n. sp.

Die Fauna zeigt die meisten Beziehungen zu den Ariyalurschichten des Trichinopolydistriktes: 29 (31?) Arten sind mit der südindischen Ariyalurgroup gemeinschaftlich. Besonders bemerkenswert ist das häufige Vorkommen von *Stigmatopygus elatus* Forb. in Assam, der nach unseren bisherigen Kenntnissen ausschließlich auf Südindien beschränkt war.

Daß die Fauna von Assam ferner 12 Arten mit der Kreide des iranischen Hochlandes (Persien und Baluchistan) gemeinsam hat, ist deshalb interessant, weil sie dadurch eine Mittelstellung zwischen den beiden grundverschiedenen Faunen von Südindien einerseits und Persien—Baluchistan andererseits einnimmt. Daraus ergibt sich, daß die Landmasse[2], die als Überrest des Gondwanalandes noch im Cenoman von Dekhan bis Madagaskar reichte, auch noch im Obersenon vorhanden war, so daß sich der Faunenaustausch nicht quer über Indien hinweg, sondern nur längs der

[1] F. Kossmat, The cretaceous deposits of Pondicherri. Records geol. Survey of India. 30. 1897.

[2] Siehe die paläogeographischen Karten bei Lapparent, Traité de Geologie, und F. Kossmat, Paläogeographie (Sammlung Göschen No. 406).

Ost- und Nordküste des Gondwanalandes auf der Strecke Südindien—Assam—Baluchistan vollziehen konnte.

Der Oberkreide von Assam fehlen trotz ihrer Beziehungen zum Senon von Baluchistan und Persien alle typisch mediterranen Elemente (Rudisten, Actaeonellen, Kreideceratiten). Wir müssen daher annehmen, daß das Oberkreidegebiet von Assam noch dem Indo-Pazifischen Ozean angehört. Die Vereinigung mit der Thetys ist zwar in geringer Entfernung[1], aber doch so gelegen, daß das Warmwasser, das wahrscheinlich die Lebensbedingung für die mediterranen Typen war, nicht mehr bis Assam vordringen konnte. Das vollständige Fehlen aller Beziehungen zu der ostasiatischen Kreide erklärt sich wohl dadurch, daß die vorliegende Fauna von Assam zum größten Teil aus benthonischen Seichtwassertieren besteht, die nahe der Ostküste des Gondwanalandes lebten, und für die die offene Meeresverbindung mit Ostasien, die sich aus der engen Verwandtschaft der Cephalopodenfauna Südindien—Ostasien ergibt, eine unüberschreitbare Schranke war.

Bemerkenswert ist, daß sich unter dem Material neben einigen schlecht erhaltenen Gastropoden zwei Seeigel gefunden haben, die früher gleichfalls als cretacische Arten bestimmt waren, aber sicherlich von tertiären (oligocänen?) Schichten stammen. Es sind die Arten:

Clypeaster circularis n. sp.
Euspatangus aff. *rostratus* d'Arch.

Ein Vergleich mit den von Medlicott[2] erwähnten „Supra nummulitic-deposits" ergab ihre vollständige petrographische Übereinstimmung mit dem Gestein der vorliegenden zwei Seeigelarten.

Beiträge zur Petrographie des Hühnberggesteins zwischen Schmalkalden und Friedrichroda.

Von **Adolf Utendörfer** aus Schmalkalden.

Mit 2 Textfiguren.

Zwischen Schmalkalden und Friedrichroda (Thüringer Wald) tritt in den Schichten des Rotliegenden ein Eruptivgestein auf, das schon wegen seiner meist hell-, oder dunkelgrünen Farbe auffällt und damit im Rotliegenden den Charakter des Fremdartigen trägt.

[1] H. Hayden hat typisch mediterrane Oberkreide in Tibet nachgewiesen (The geology of the provinces of Tsang and Ü in Central-Tibet. Memoirs of the geol. Survey of India. **36**).

[2] H. B. Medlicott, Geological sketch of the Shillong-Plateau. p. 159.

Zunächst Schmalkalden tritt es im „Kleinen Steinbach“ bei Floh an der Floher Störung zutage und erstreckt sich von da in einem bis etwa 200 m breit werdenden Zuge vom Hainberge nach dem Großen Steinberg bei Schnellbach. Nordöstlich von Schnellbach gewinnt es bedeutend an Ausdehnung; es bildet den Sattel, den Silberberg, den Brückenberg z. T. (die Brückenfelsen), den Wiesenberg z. T., den Mönchstein, den vorderen, mittleren und hinteren Hühnberg und die Spitterfallgegend. In diesem Teile des etwa 11 km langen Zuges erreicht das Gestein seine größte Ausdehnung und Mächtigkeit sowie seine höchste Erhebung (mittlerer Hühnberg 835 m). Nach den Hühnbergen wird der ganze Gesteinskomplex auch im folgenden mit dem Sammelnamen als „Hühnberggestein“ bezeichnet. In der weiteren Erstreckung nach Norden — stets in Meereshöhen zwischen 600 und 800 m — über den Streitgirn, den unteren Pirschhauskopf, das Kreuz wird die horizontale Ausdehnung wesentlich schmäler, um am Spießberg, im oberen Teile des Kleinen Leinatales und im Drusenbach noch einmal etwas größer zu werden. Der nördlichste Punkt, wo das Gestein anstehend gefunden wurde, ist die Wacht bei Friedrichroda.

Das untersuchte Gebiet erstreckt sich demnach über die Meßtischblätter Schmalkalden, Tambach, Friedrichroda; der größte Teil befindet sich im Bereich des Blattes Tambach. Von den entsprechenden Blättern der Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt der geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten ist bisher nur das Blatt Schmalkalden, bearbeitet von H. Bücking, erschienen [1]. Das Blatt Tambach der geologischen Karte liegt nach den Aufnahmen von H. Bücking und R. Scheibe im Druck vor, ist aber noch nicht veröffentlicht. Durch das Entgegenkommen der Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt und des Herrn Geheimen Bergrates Prof. Dr. R. Scheibe war es dem Verfasser ermöglicht, das Blatt bei seinen Aufnahmen zu benutzen, wofür ich meinen Dank ausspreche.

Einen Überblick über die Verbreitung des Gesteins gewährt die geologische Karte des Thüringer Waldes 1 : 100 000 von F. Beyschlag. In der geologischen Heimatskunde von Thüringen von J. Walther (Jena 1906, 3. Aufl., p. 149) findet sich ein Profil.

I. Das geologische Alter und die Lagerungsverhältnisse.

Das Hühnberggestein ist vom Alter des Rotliegenden. Diese Formation wird im Thüringer Wald in folgende Abschnitte gegliedert:

[1] Erläuterungen zur geol. Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Herausgegeb. v. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. Lieferung 129. Blatt Schmalkalden.

1. Oberrotliegendes: Tambacher Schichten:
2. Mittelrotliegendes:
   a) Oberhöfer Schichten,
   b) Goldlauterer Schichten;
3. Unterrotliegendes:
   a) Manebacher Schichten,
   b) Gehrener Schichten.

Das Hühnberggestein hat die Sedimente der Goldlauterer und der Oberhöfer Schichten durchbrochen; seine Entstehung dürfte deshalb in der Zeit des Oberrotliegenden zu suchen sein und zusammenfallen mit der dem Oberrotliegenden des Saar—Nahe-Gebietes angehörenden, dem Hühnberggestein sehr ähnlichen Tholeiit.

Auf den Blättern Schmalkalden und Tambach der geol. Karte wird das Gestein als Mesodiabas bezeichnet. Auch aus den im nachstehenden mitgeteilten Befunden der genauen petrographischen Untersuchung ergibt sich das Gestein als Olivindiabas.

Nach dem geologischen Auftreten des Hühnberggesteins innerhalb der Sedimente ergibt sich sein Charakter als Intrusivgestein. Bewiesen wird diese Tatsache erstens durch das vollständige Fehlen von Tuffen, zweitens durch das Vorhandensein von metamorphosierten hangenden Sedimenten. Die Kontaktzone ist nirgends in ihrer ganzen Mächtigkeit aufgeschlossen; es ist aber anzunehmen, daß die exogene Kontaktmetamorphose bis 25 m in das Nebengestein reicht[1]. Auch das Auftreten von Apophysen innerhalb der benachbarten Sedimente beweist den intrusiven Charakter. Das schlierenartige Vorkommen besonders grobkörniger Gesteinspartien (No. 4, Diabas am Mittleren Hühnberg, vorletzter Absatz) und aplitischer Gänge, die auf Differentiationsprozesse hinweisen, stehen damit ebenfalls im Einklang. Erst infolge der tektonischen Veränderungen und der Wirkung der Erosion ist die Intrusivmasse später an die Oberfläche gekommen. Über die Tiefe, in der das Hühnberggestein sich verfestigte, lassen sich zahlenmäßige Angaben nicht machen; doch ist unter Berücksichtigung der Erfahrungen, die man hierüber bei anderen Intrusivkörpern hat, anzunehmen, daß es nicht oberhalb einer Tiefe von 500 m unter der damaligen Oberfläche in den Sedimenten stecken blieb.

Die besonderen Verhältnisse der speziellen petrographischen Struktur und Zusammensetzung des Gesteins, die eine Folge des geologischen Charakters als Intrusivgestein sind und daher auch umgekehrt zur Bestätigung dieser Annahme dienen können, sollen unten im III. Teil besprochen werden.

Zum Schlusse dieses Abschnitts sollen noch einige Bemerkungen

[1] Die vorliegende Arbeit enthält zunächst lediglich die petrographische Untersuchung des Diabases. Die Beschreibung des Kontaktgesteins bleibt einer späteren Mitteilung vorbehalten.

über die Absonderungsverhältnisse des Gesteins hinzugefügt werden. Die Folge der bei der Kristallisation und der Abkühlung des Magmas auftretenden Schrumpfung sind Klüftungen und Absonderungen. Bei weitem am häufigsten ist am Hühnberggestein die unregelmäßig polyedrische Absonderung zu beobachten. Selten sind plattige, prismatische, dickstenglige Absonderungen, wovon die erste der Oberfläche und ihrer Nähe anzugehören scheint. Kugelige Formen, die sich an verschiedenen Stellen z. T. in guten Exemplaren finden, dürften wohl ähnlich wie beim Basalt mit der Verwitterung zuzuschreiben sein.

II. Die Gemengteile.

Feldspat.

Der Hauptanteil an der mineralischen Zusammensetzung des Gesteins kommt dem Feldspat zu. Dieser besteht in der überwiegenden Menge aus Plagioklas und zum kleineren Teile aus Orthoklas.

Zur näheren Bestimmung des Plagioklas wurden an etwa 50 Plagioklaszwillingen Messungen der Auslöschungsschiefe in der symmetrischen Zone ausgeführt. Es wurden Auslöschungsschiefen zwischen 22° und 37° gemessen, das Mittel war 25,8°; es dürften daher hauptsächlich Plagioklase der Labrador-Bytownit-Reihe vorliegen. Über die Ausbildungsweise ließ sich folgendes feststellen. Die Plagioklase sind meist dicktafelig nach der Längsfläche; einfache Kristalle sind nur spärlich vorhanden. Am häufigsten trifft man Albitzwillinge mit mehrfach wiederholter Lamellierung an. Daneben findet sich noch Zwillingsbildung nach dem Karlsbader und dem Bavenoer Gesetz.

Meist ist der Plagioklas nicht mehr in frischem Zustande vorhanden. An Stellen, wo er einer Umwandlung besonders zugänglich war, ist die Zwillingslamellierung fast vollständig verschwunden, und der Plagioklas hat ein trübes Aussehen infolge Bildung eines feinkörnigen grauen Umwandlungsproduktes. Am häufigsten ist die Umwandlung in der Art erfolgt, daß sich ohne bestimmte Anordnung kleine hell- bis dunkelgrüne, schwach pleochroitische und schwach doppelbrechende Teilchen gebildet haben. Viel weniger verbreitet ist eine Umwandlung in eine farblose, stark doppelbrechende Substanz, die mit Kaolin identisch sein dürfte. Verhältnismäßig selten findet man Körnchen von Epidot als Umwandlungsprodukt. Da, wo zonar gebaute Plagioklase — eine nicht häufige Erscheinung im untersuchten Gebiet — in Umwandlung begriffen sind, ist diese vom Innern ausgegangen, und in den sich um den Kern legenden Schalen setzte die Umwandlung von den Ecken aus ein.

Mit Hilfe der BECKE'schen Linie und durch Beobachtung der geraden Auslöschung wurde neben dem triklinen noch monokliner Feldspat aufgefunden. Er zeigt nur in wenigen Fällen idiomorphe Begrenzung; vielfach umrandet er den Plagioklas und findet sich in Zwickeln zwischen den übrigen Gemengteilen. Zwillingsbildung ist nicht häufig und erfolgt nach dem Karlsbader Gesetz.

Da, wo Orthoklas weitgehender Umwandlung anheimgefallen ist, bemerkt man Ausscheidung von kleinen Körnchen, die im Schliffe schmutzig-hellbraun erscheinen. Nur schmale Streifen längs der Blätterbrüche sind von diesen Ausscheidungen frei geblieben. Diese Art der Umwandlung des Orthoklas ist charakteristisch für ihn und konnte mit zur Unterscheidung von dem triklinen Feldspat benutzt werden. Auch makroskopisch ist der Orthoklas zu erkennen. Er erscheint in den Fällen, wo die oben beschriebene Umwandlung eintrat, als fleischroter Gemengteil.

Die mikropegmatitischen Verwachsungen von Feldspat mit Quarz sollen weiter unten bei letzterem beschrieben werden.

Augit.

Der Augit ist der am besten erhaltene Hauptgemengteil. Er ist schwärzlichgrün und zeigt gewöhnlich die bekannten, von den Feldspatleisten zerschnittenen Individuen. Im Schliffe ist er von lichtbrauner Farbe mit sehr schwachem Pleochroismus. Wenig häufig sind Augite mit eigener Begrenzung. Sehr spärlich findet man Zwillingsbildung nach der Querfläche.

Neben der üblichen prismatischen Spaltbarkeit tritt noch eine Absonderung auf, die infolge ihrer außerordentlichen Vollkommenheit und des ausgezeichneten Glanzes auf den Absonderungsflächen auffällt. Zur Festlegung der den Augit beherrschenden Spaltungsverhältnisse wurden an einem geeigneten Spaltungsstück goniometrische Messungen vorgenommen. Hierbei ergab sich, daß die Ebene der Absonderung mit den Blätterbrüchen nach dem Prisma und noch mit einer weiteren unvollkommeneren Teilbarkeit in einer Zone liegt und daß die glänzende Absonderungsfläche der Querfläche (100) entspricht. Die Beobachtungen am Goniometer waren die folgenden: Die Fläche der Absonderung (100) gab ein sehr scharfes einheitliches Signal. Deutliche Signale gaben ferner die Spaltbarkeit nach (110) sowie die zweite, viel unvollkommenere Teilbarkeit nach (010). Als Mittel aus je 10 Messungen in der prismatischen Zone ergab sich:

$$(100):(110) = 46^{0}\,20'\,30''$$
$$(010):(110) = 43^{0}\,34'$$
$$(100):(010) = 89^{0}\,54'\,20''.$$

Dem Winkel von $46^0 20\frac{1}{2}'$ entspricht ein Prismenwinkel der Spaltbarkeit von $87^0 19'$.

Zur chemischen Charakterisierung des Augits wurde eine Partialanalyse angefertigt. Das Material dazu wurde gewonnen von Augiten aus dem Diabas am mittleren Hühnberg, wo sich stellenweise Individuen von außergewöhnlicher Größe und sehr frischem Zustande finden. Ich trage keine Bedenken, die für diesen Augit gefundene chemische Zusammensetzung auf den übrigen Augit zu übertragen, zumal keine optischen Unterschiede festzustellen waren.

Die Analyse ergab [1]:

	Gewichts-proz.	Mol.-Prop. × 100	Molekular-proz.
SiO_2	50,82	84,28	49,58
TiO_2	1,23	1,54	
Al_2O_3	2,64	2,58	1,49
Fe_2O_3	0,12	0,08	0,05
FeO	9,69	13,49	7,79
MgO	14.81	36,73	21,22
CaO	18,80	33,53	19,37
K_2O	0,29	0,31	0,18
Na_2O	0,35	0.56	0.32
H_2O (bis 110°)	0,10	173,10	100,00
H_2O (bis 1300°)	0,49	Glühverlust negativ, d. h. Zunahme	
CO_2	0,30		
P_2O_5	—		
	99,64		

Die Zerlegung in die einzelnen Silikate ergibt nachstehende Übersicht:

	$SiO_2 + TiO_2$	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	R_2O
Ägirin-Silikat	2,00	0,45	0,05	—	—	—	0,50
Tschermak'sches Silikat	1,04	1,04	—	1.04	—	—	—
Diopsid	38,74	—	—	—	19.37	19,37	—
Hypersthen	6,75	—	—	6,75	—	—	—
Enstatit	1,85	—	—	—	1,85	—	—

Bei Vergleichen mit anderen Augit-Analysen fand sich, daß der Augit des Hühnberggesteins sehr große chemische Verwandtschaft besitzt mit dem Augit aus dem Gabbro der Baste sowie dem aus dem Gabbro vom Ettersberg i. Harz, besonders mit ersterem.

[1] Die Augitanalyse, wie auch die weiter unten angeführten Gesteinsanalysen wurden im Chemischen Laboratorium von † Prof. Dr. M. Dittrich-Heidelberg angefertigt.

wenn auch kein äußeres Zeichen auf diese chemische Verwandtschaft hindeutet[1].

Zur Vervollständigung der Beschreibung des Augits sei noch erwähnt, daß er mitunter reihenförmig angeordnete Schlackeneinschlüsse beherbergt, sowie durch Paralleleinlagerung von strichdünnen, nicht näher untersuchbaren Nädelchen bisweilen diallagähnliches Aussehen annimmt. Auf Druckwirkungen bei oder nach Verfestigung des Magmas sind die selten vorkommenden türkensäbelartig gebogenen Augite zurückzuführen.

In sehr geringer Menge findet sich noch ein Augit mit sehr kleinem Winkel der optischen Achsen. Offenbar handelt es sich in diesem Falle um einen Augit, wie er von W. Wahl beschrieben und festgestellt worden ist[2].

Der Augit ist meist frisch. Wenn Umwandlungsvorgänge auftreten, so sind es die gewöhnlichen Umwandlungen in Chlorit, seltener in Epidot.

Hornblende.

Mit dem Augit zusammen tritt vielfach eine braune Hornblende als primärer Gemengteil auf. Gewöhnlich findet sie sich

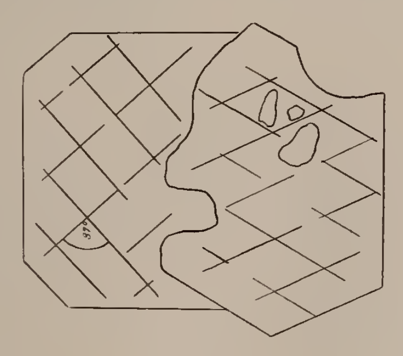


Fig. 1.

in Parallelverwachsung und Fortwachsung mit dem Pyroxen und zeigt nicht selten selbst wieder Fortwachsungen von grüner und

[1] Vergl. hierzu H. E. Boeke, Zur chemischen Zusammensetzung der tonerdehaltigen Augite, eine Anwendung quaternärer graphischer Darstellung auf mineralogische Fragen. Zeitschr. f. Krist. u. Min. **53**. 1914. p. 484, Analyse 148, und A. Streng, Über Gabbro und den sogen. Schillerfels des Harzes. N. Jahrb. f. Min., Geogn. u. Geol. Jahrg. 1862. p. 943 und 944.

[2] W. Wahl, Die Enstatitaugite. Eine Untersuchung über monokline Pyroxene mit kleinem Winkel der optischen Achsen und niederem Kalkgehalt. Tscherm. Min. u. petr. Mitt. **26**. Jahrg. 1907. p. 1 ff.

fast farbloser Hornblende. Die primäre Natur wurde mit Sicherheit erkannt an einem Basisschnitt durch eine Augit-Hornblende-Verwachsung, wie er in vorstehender Figur 1 dargestellt ist.

Uralitisierung des Augit liegt nicht vor. Die Hornblende tritt aber auch in selbständigen Individuen, besonders in idiomorpher Begrenzung gegenüber der grünen Zwischenmasse, auf. In diesem Falle ist sie meist umgewandelt und nur noch an ihrer Begrenzung zu erkennen: sie ist gewöhnlich in ein lauchgrünes, chloritähnliches Mineral mit starker Doppelbrechung übergegangen.

Olivin.

Die unzweifelhafte Erkennung eines Teiles der grünen Substanz des Diabases als umgewandelten Olivin war erst möglich, nachdem in dem Gestein vom mittleren Hühnberg noch Reste von frischem Olivin in Verbindung mit seinen Umwandlungsprodukten gefunden worden waren. Die Umwandlung beginnt von Sprüngen aus. Die umgewandelten Partien stellen sich dar als eine grüne Substanz mit niederer Doppelbrechung. Hat die Umwandlung das ganze Individuum ergriffen, so sind immer noch die Sprünge von dem später der Umwaudlung anheimgefallenen Teile des Olivin zu unterscheiden; letzterer ist von hellerem Grün und zeigt außerdem gewöhnlich noch die hohen Polarisationsfarben des Olivin. Bei weiter fortgeschrittenem Umwandlungsprozeß stellt sich der verwitterte Olivin im parallelen Lichte als eine gleichartige grüne Masse dar, im polarisierten Licht als faserige, serpentinähnliche Substanz. Dabei ist es — aber nicht in allen Fällen — zur Ausscheidung von Magnetitkörnchen gekommen, die dann hauptsächlich längs der Sprünge und der äußeren Umgrenzung, seltener unregelmäßig verteilt im Innern des Individuums liegen. Die grüne Substanz zeigt des öfteren noch starken Pleochroismus. Bei noch stärkerer Umwandlung des Olivin deuten nur noch die übrig gebliebenen Magnetitkörnchen und Spuren von Serpentin auf die ehemalige Anwesenheit von Olivin hin. Im Innern haben sich dann Infiltrationsprodukte wie Kalkspat, Chlorit angesiedelt. Selten ist auch Opal zu beobachten.

In einem Falle wurde als Umwandlungsprodukt eine braune Substanz mit starker Doppelbrechung und starkem Pleochroismus und den übrigen, den Iddingsit kennzeichnenden optischen Verhältnissen gefunden.

Als Mineral sekundärer Entstehung sind m. E. Körnchen anzusehen, die sich in dem grünen Umwandlungsprodukt finden. Sie sind im Schliff farblos und von starker Lichtbrechung, im polarisierten Licht isotrop; es dürfte wohl ein Kalk-Eisen-Granat vorliegen. Die Körnchen sind öfters reihenförmig angeordnet, eines dicht an das andere angelagert, wodurch perlschnurähnliche Bildungen entstehen.

In dem Gestein auf der Wacht bei Friedrichroda wurde als Seltenheit Umwandlung in Pilit beobachtet.

Bei weitem das größte Interesse bieten Erscheinungen, wie sie im folgenden beschrieben werden sollen. Zunächst wurden in den nicht mehr frischen Teilen des Olivin kleine, schwach gefärbte Körnchen mit hohen Polarisationsfarben gefunden, deren Bestimmung wegen ihrer geringen Größe nicht gut möglich war. Erst als in Schliffen vom Sattel bei Schnellbach typische Olivinformen mit dieser Substanz untersucht werden konnten, wurden diese Körnchen identifiziert. Der Inhalt dieser durch seine Erzausscheidungen am Rande und im Innern als ehemalige Olivine festgestellten Individuen ist eine radialfaserige Substanz von mittlerem Pleochroismus von zitronengelb bis farblos. Licht- und Doppelbrechung sind hoch. Es liegt demnach Epidot vor. In der Literatur findet sich nur an einer Stelle eine ähnliche Pseudomorphose erwähnt. Es ist dies in den Untersuchungen von W. Bergt über Melaphyre der Sierra Nevada de Santa Maria in Kolumbien [1]. Genauere Untersuchungen, die zur Erklärung dieser Erscheinung hätten dienen können, waren wegen der Seltenheit dieser Pseudomorphosen nicht möglich. Da der Olivin zeitlich vor dem Augit (und nach dem Feldspat) entstanden ist, ist ihm hier und da Gelegenheit zu idiomorpher Ausbildung gegeben.

Erze.

Die Hauptmasse des vorhandenen Erzes besteht aus dem meist in flachen Tafeln ausgebildeten Titaneisen. Es findet sich überall und ist fast immer gut erhalten. In besonders stark verwitterten Diabasvorkommnissen ist von ihm nur ein Lamellensystem mit Winkeln von 60° erhalten geblieben; das übrige Erz ist in Titanit umgewandelt.

Primäres Magneteisen bildet kleine Körnchen und zierliche dendritische Wachstumsformen als Ausscheidung aus der glasigen Grundmasse. Andererseits sind die durch Umwandlung des Olivin gebildeten Magnetitkörnchen sekundärer Entstehung.

Von ganz untergeordneter Bedeutung im Gestein ist der Schwefelkies.

Biotit.

Der spärlich auftretende Biotit zeigt auch hier seine Vorliebe für die Nachbarschaft mit dem Titaneisen. Nur am mittleren Hühnberg hat er sich frisch erhalten. Seine Umwandlung erfolgte in Chlorit, der hier und da noch die Spaltungsrisse des ursprünglichen Minerals zeigt.

---

[1] In Tschermak, Min. u. petr. Mitt. **10**. p. 271 ff.

Apatit.

Apatit, der stets sehr gut erhalten ist, findet sich in allgemeiner Verbreitung eingewachsen in allen Mineralien in Formen von kurzen, dicken Prismen bis zu feinen Nadeln von bisweilen sehr beträchtlicher Länge. Die dem Apatit eigene Querabsonderung ist hier nur wenig zu beobachten.

Zirkon.

Selten finden sich Zirkone, und zwar stets in der grünen Zwischenmasse; ihre Anwesenheit verraten sie meist durch pleochroitische Höfe.

Quarz.

Sehr auffällig ist in einigen, im Teil IV noch ausführlicher besprochenen Diabaspartien der Gehalt an mikroskopischem Quarz, der sich sowohl durch wohlbegrenzte Querschnitte als auch durch seine mikropegmatitische Verwachsung mit Feldspat als primärer Quarz kennzeichnete. Diese für das mikroskopische Bild überaus charakteristischen schriftgranitischen Partien umrahmen den in diesem Falle gut idiomorphen älteren Plagioklas gegen die Zwischenmasse hin. Der Quarz bildet in diesen Verwachsungen bisweilen den überwiegenden Bestandteil; der Feldspat füllt nur die schmalen Zwischenräume aus. Aus diesem Grunde konnte auch der nähere Charakter dieses Feldspates nicht bestimmt werden. Gegen die Zwischenmasse hin nimmt der Quarz regelmäßige Begrenzung an und teilweise treten auch einzelne idiomorphe Quarze vollständig auf. Eine von einem solchen quarzreichen Gestein von der Weidmannsruh hergestellte Analyse ergab einen SiO_2-Überschuß von 11,70 Molekularprozenten über die Zusammensetzung von $6A + 2C + F$ nach Osann. Die zur Analyse verwandte Gesteinsprobe stammt aus der Nähe der oberen Grenzfläche des Intrusivkörpers. An zwei anderen Stellen (am Wiesenberg) unmittelbar an der Grenze von Diabas und Nebengestein ist mikroskopisch derselbe hohe Quarzgehalt festzustellen. Von zwei weiteren Analysen, zu denen das Material aus mehr zentralen Teilen des Lagers genommen wurde, ergab die eine einen SiO_2-Überschuß von 2,44 Molekularprozenten und die andere keinen Überschuß. Mikroskopisch bestätigen sich die analytischen Befunde: die mikropegmatitischen Verwachsungen wie auch die Quarzkörner treten hier stark zurück. Man hat es offenbar hier mit einer Anreicherung an SiO_2 durch Assimilation in den randlichen Gesteinspartien zu tun. Bei der Injektion des schmelzflüssigen Magmas in die Rotliegenden-Schichten nahm es an den Stellen, wo es mit Sandstein in Kontakt trat, aus diesem durch Resorption der eingeschlossenen Quarzkörner SiO_2 auf, worauf dann der Quarz in der oben beschriebenen

Weise bei der Abkühlung wieder ausgeschieden wurde. Wenn nicht an allen der Nähe der Oberfläche des Intrusivkörpers entnommenen Handstücken eine so auffallend große Menge Quarz zur Ausscheidung kam, so liegt dies wohl an der verschiedenen Beschaffenheit des Nebengesteins. Der in mehr zentralen Teilen zu findende Quarz ist in der Hauptsache sekundärer Entstehung. Er tritt in den Formen des Feldspats auf, an dessen Stelle er getreten ist, wobei noch größere oder kleinere Reste von dem ehemaligen Feldspat in seinem Innern liegen.

Zwischenmasse.

In den Interstitien der Hauptgemengteile findet sich in wechselnder Menge eine meist grüne Substanz, gewöhnlich mit niederen Polarisationsfarben. In einem kleinen Aufschluß auf der Wacht bei Friedrichroda stellt sich diese Zwischenmasse als ein dunkelgrünes Glas dar mit den erwähnten kleinen Magnetitkörnchen und Dendriten. Es liegt die Vermutung sehr nahe, und sie bestätigt sich durch — allerdings nur vereinzelte — Funde von frischem Glas auch an anderen Stellen der Grenzfläche des Diabases, daß diese jetzt anisotrope Zwischenmasse überall ehemals Glas gewesen ist. Auch die erwähnte Magnetitausscheidung spricht dafür und besonders auch noch die Beobachtung, daß an manchen Stellen die eingeschlossenen idiomorphen Plagioklase eine opake schwarze Umrandung besitzen, die ganz an die bekannte Umrandung des Feldspates in den Basaltgläsern erinnert.

Nicht gerade häufig ist eine Weiterumwandlung der grünen Zwischenmasse in eine hellgrüne, faserige Substanz von mittlerer Doppelbrechung; manchmal ist diese in gut ausgebildeten Sphärolithen angeordnet, die im polarisierten Licht das Interferenzkreuz zeigen. Selten sind in der Zwischenmasse Epidotkörnchen vorhanden. In stark verwittertem Gestein ist es unter fast völliger Zersetzung der Zwischenmasse in eine nahezu farblose Masse zu sehr starker Ausscheidung von kleinen Erzkörnchen gekommen.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

R. F. Scharff: Distribution and Origin of Life in America. London 1911.

Der Titel des zu besprechenden Werkes könnte über seinen Inhalt möglicherweise falsche Erwartungen wecken. Er wäre ungefähr zu übersetzen: „Verteilung und Herkunft der Lebewesen Amerikas“.

Das Buch ist aus Vorlesungen hervorgegangen, die aber bedeutend umgearbeitet und erweitert wurden. Die beigegebene Literaturliste sucht

zoologische Arbeiten möglichst umfassend anzuführen, während botanische und geologische Schriften nur nebenbei berücksichtigt wurden. Die Geschichte des Menschen wurde aus äußeren Gründen von der Betrachtung ausgeschlossen.

Scharff hat eine außerordentliche Menge sehr interessanter Tatsachen vereinigt. Die Anordnung, die er gewählt hat, ist der Lesbarkeit des Buches zugute gekommen, erschwert aber entschieden eine Übersicht über seine Theorien und die Beweise für dieselben. Die Hauptabschnitte wurden nach geographischen Gesichtspunkten getrennt. Innerhalb derselben ist der Stoff dann teils mit Rücksicht auf die einzelnen paläogeographischen Probleme, teils nach systematischen Gruppen, manchmal wohl auch rein zufolge äußerer Umstände verteilt. So kommt es, daß viele Gegenstände an zwei oder mehr Stellen berührt werden, und auch Wiederholungen ganzer Gedankenreihen sind nicht selten.

Um dem Leser die Orientierung zu erleichtern, seien die wichtigsten der vom Verf. verfochtenen Sätze hier kurz zusammengestellt:

1. Viele Tiergruppen, Gattungen und Arten sind weit älter und persistenter, als man gewöhnlich annimmt.

2. Die zufälligen Verbreitungsmittel haben eine sehr geringe Bedeutung.

3. Die Temperatur war während der Eiszeit nicht niedriger als gegenwärtig. Die Vereisung war eine Folge größerer Feuchtigkeit und größerer Temperaturgegensätze. Das nördliche Eismeer war im Pleistocän vollständig von den Ozeanen abgeschlossen, daher sehr kalt, während der nördliche Atlantische und Pazifische Ozean wärmer waren als heute.

4. Im Pliocän war Nordamerika über Grönland, Island etc. mit Europa verbunden.

5. Zur selben Zeit wurde die Beringstraße von Land überbrückt.

6. Bis etwa ins Oligocän bestand eine mittelatlantische Landbrücke von Europa über Westindien in die Gegend von Zentralamerika.

7. Diese Landbrücke stand in Verbindung mit einem langen Landstreifen westlich der heutigen Westküste von Amerika, dem Teile von Kalifornien, Mexiko, Zentralamerika, Ecuador und Chile angehörten. Von diesem Landstreifen aus reichte eine Festlandszone über die Galapagos-Inseln nach dem Malaiischen Archipel.

8. Vor dem Eocän bestand eine südatlantische Landbrücke zwischen Südamerika und dem südlichen Teil von Afrika.

9. Südamerika, Australien, Neuseeland und höchst wahrscheinlich auch Südafrika waren ehemals mit dem antarktischen Festland verbunden.

Scharff's Werk ist wohl eines der bedeutendsten Beispiele für die sogenannte analytische Methode in der Tiergeographie und deshalb für Geologen von großem Interesse. Da aber vielleicht mancher von diesen keine Zeit findet, das ziemlich umfangreiche, vorwiegend zoologische Buch durchzulesen, hat Ref. es für richtig gehalten, die folgende Inhaltsangabe etwas ausführlicher zu gestalten, als sonst üblich ist, in dem Bestreben, dem Leser nicht nur von den Resultaten, sondern auch von der Art der

Beweisführung des Autors eine gewisse Vorstellung zu vermitteln. Es wurde dabei aber nur auf die paläogeographischen und paläoklimatischen Fragen eingegangen, während andere Themen mit Rücksicht auf den Raum beiseite gelassen werden mußten. Die Einteilung des Buches in Kapitel wurde beibehalten, innerhalb derselben der Stoff aber teilweise nach den geographischen Hauptproblemen umgruppiert.

Eine Kritik der Landbrückentheorien im allgemeinen zu geben, dürfte hier kaum zweckmäßig sein, da sie gegenwärtig ohnedies sehr lebhaft diskutiert werden. Es sei hier nur auf die jüngst erschienenen (im wesentlichen ablehnenden) Ausführungen von HANDLIRSCH verwiesen, die teilweise direkt an SCHARFF's Aufstellungen anknüpfen (A. HANDLIRSCH: „Beiträge zur exakten Biologie". Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl. 122. Abt. I. p. 361).

Kap. 1. Die Fauna von Grönland.

Einleitend wird die Flora gestreift und auf die bekannte Tatsache hingewiesen, daß sie im Tertiär, wie rings um den Pol, viel reicher war und auf ein wärmeres Klima schließen läßt. Es folgt die genauere Besprechung einiger Säugetiere, besonders des Rentiers, des Moschusochsen, des Polarhasen, des Lemings und des Polarfuchses. Bei allen den genannten Formen wurde in der letzten Zeit eine mehr oder weniger weitgehende Zerspaltung in Rassen oder sogar selbständige Arten versucht, doch sind die Unterschiede oft geringfügig und wenig konstant. Bekanntlich reichten alle diese Tiere im Diluvium viel weiter nach S als heute, doch ist dieses Verhalten bei den übrigen weitaus nicht so deutlich als beim Rentier, das in Europa bis 43° n. Br., in Amerika gar bis 38° n. Br. fossil gefunden wurde.

Alle angeführten Säugetiere Grönlands sind mit denen Europas und Nordamerikas identisch oder sehr nahe verwandt. Daraus läßt sich auf eine ehemalige Landverbindung schließen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß eine solche nicht nur mit Nordamerika und weiter indirekt durch Asien mit Europa bestand, sondern auch direkt über Island und Schottland. Außerdem ist ein besonderer Zusammenhang mit Nordlappland anzunehmen. Der Atlantische Ozean (und ebenso der Pazifische) war dadurch im N vollständig geschlossen. Infolgedessen stieg die Temperatur dieses Meeres, während das nördliche Eismeer umgekehrt kälter wurde. Dies hatte eine Vermehrung der Niederschläge zur Folge. So kam es einerseits zu ausgedehnten Vergletscherungen auf den dem Eismeer benachbarten Kontinenten, während anderseits die Südküste der Polarländer, also auch Grönlands, ein relativ mildes Klima hatte. Das Inlandeis hat Südgrönland niemals vollständig bis ans Meer bedeckt. Beweise für diese geographischen und klimatischen Verhältnisse entnimmt Verf. aus der Verbreitung der Landschnecken, Käfer, Spinnen, Schmetterlinge, verschiedener mariner Seichtwassertiere etc.

Kap. II. Das nordöstliche Nordamerika.

In der Fauna des östlichen Labrador zeigt sich eine Mischung grönländischer Elemente und echt amerikanischer. Formen, die im nördlichen

Nordamerika entstanden oder aus Asien über die Beringstraße dorthin eingewandert sind, sind *Synaptomys, Microtus, Evotomys, Zapus.* Auch die Amphibien und Schnecken sind echt amerikanisch. Reptilien fehlen. Es scheint, daß vor dem Eindringen dieser amerikanischen Formen die Faunen von Ostlabrador und Grönland einander viel ähnlicher als heute waren.

Eine Hauptcharakterform des Inneren von Kanada ist das Moosetier, das näher besprochen wird. Es ist zweifellos über die Beringstraße nach Amerika gekommen.

Die meisten Autoren nehmen an, daß zur Eiszeit die ganze nördliche Hälfte von Nordamerika von Eis bedeckt und vollständig unbewohnt war, daß die Tierwelt nach S verdrängt war und erst nach der Eiszeit wieder zurückkehrte. Scharff ist dagegen mit manchen anderen der Ansicht, daß auch das nördliche Nordamerika stets bewohnbar blieb und daß die größere Ausdehnung der Gletscher hauptsächlich eine Folge stärkerer Niederschläge war. Daß das südliche Vordringen mancher heute nordischer Formen, wie des Rentieres, durch eine Verschlechterung des Klimas und nicht durch ganz andere Umstände bedingt war, läßt sich nicht nachweisen.

Einen deutlichen Beweis, daß eine arktische Flora und Fauna einst weit nach S reichte, bietet jedoch die Lebewelt der Weißen Berge, die nur als Überbleibsel aus dieser Zeit gedeutet werden kann. Die Einwanderung dieser Formen von arktischem Charakter erfolgte nach dem Verf. wahrscheinlich im Pliocän, unmittelbar nachdem die Verbindung des nördlichen Eismeeres mit dem Atlantischen Ozean geschlossen war.

Die schon im vorigen Kapitel erwähnten europäischen Einwanderer in Ostlabrador haben höchstwahrscheinlich die ganze Eiszeit in ihrem jetzigen Wohnort verbracht. Es ist kaum anzunehmen, daß sie nach S ausgewandert waren und dann gerade in die Gegenden zurückkehrten, die von Europa aus am leichtesten zu erreichen waren. Daß sie nicht erst nach der Eiszeit von Europa eingewandert sind, geht aus Fossilfunden im älteren Diluvium hervor *(Helix hortensis).* Auch geologische Untersuchungen in Labrador beweisen, daß es zum großen Teil eisfrei blieb.

Man kennt aus Kanada mehrere diluviale Floren und Insektenfaunen. Sie sprechen für ein gemäßigtes Klima, wurden daher meist als Interglazial aufgefaßt. Nach Scharff liegt aber kein Beweis für die Existenz von Interglazialperioden in Nordamerika vor, wie denn auch über die Zahl derselben keinerlei Übereinstimmung besteht.

In glazialen Tegeln sowohl von Europa als von Nordamerika sind mehrfach Foraminiferen, eine echt marine Tiergruppe, nachgewiesen worden. Verf. meint, daß alle die ausgedehnten Glazialbildungen glaziomarinen Ursprunges sein dürften. Er denkt sich, daß das rings abgeschlossene nördliche Eismeer Teile von Kanada mit Brackwasser überschwemmte und in das Becken der großen Seen eindrang. In diesem Sinne läßt sich auch das Auftreten gewisser mariner Reliktformen in manchen Seen begreifen, so einiger Krebse in schwedischen Seen und im Oberen

See und Michigan-See. CREDNER's Einwände gegen die Reliktnatur dieser Tiere werden (vielleicht in nicht ganz überzeugender Weise) abgelehnt.

Eine ausführliche Besprechung erfährt auch die Verbreitung der Süßwasserperlmuschel, aus der sich verschiedene Schlüsse, sowohl auf ein mildes Klima der Eiszeit als auf das frühere Flußsystem Nordamerikas ziehen lassen.

Neufundland war, wenigstens an der Küste, immer eisfrei. Es sind dieser Insel sehr viele Säugetiere eigentümlich. Einwanderer aus Asien fehlen, offenbar wegen der Isolierung. Unter den Vögeln kann man 2 Gruppen unterscheiden, eine ältere, schon lange einheimische und eine neu eingewanderte.

Kap. III. Das nordwestliche Kanada.

Nördlich der großen Waldregion liegt zuerst eine Zone von Sümpfen. dann ein Gebiet mit arktischen Vegetationsverhältnissen. Die Fauna dieses nördlichen Abschnittes hat mit der Grönlands viele Ähnlichkeit. In der Waldregion unterscheidet man besonders deutlich 2 Faunenelemente. solche Formen, die offenbar erst vor relativ kurzer Zeit aus Asien eingewandert sind, und echt amerikanische. Zu den ersteren gehören u. a. das Flughörnchen *(Sciuropterus)*, der Bison, dessen Ausrottungsgeschichte kurz dargestellt wird, der Wapitihirsch, der von den amerikanischen Hirschen auffallend abweicht und unserem Rotwild äußerst nahe steht. Schon seit langer Zeit in Amerika heimisch sind dagegen die Moschusratte und besonders das Baumstachelschwein. Die Heimat des letzteren dürfte in Südamerika liegen. Die Einwanderung erfolgte nach SCHARFF auf einer Landbrücke zwischen Chile und dem südwestlichen Nordamerika. Alle nordamerikanischen Arten sind gegen Temperaturunterschiede sehr unempfindlich. Sie waren sicher schon vor dem Diluvium in Kanada ansässig und nichts spricht dafür. daß sie verdrängt wurden und wieder zurückkehrten.

Auch unter den Schnecken lassen sich Formen mit altweltlichen Beziehungen und echt amerikanische unterscheiden. Für eine junge Verbindung mit Asien oder Europa bieten sie aber keine Beweise. Der Mangel eigentümlicher, auf die hier besprochene Region beschränkter Formen spricht dafür, daß große Teile dieser Gegend vor nicht langer Zeit unbewohnbar waren; ob infolge von Vereisung oder infolge von Meeresbedeckung läßt sich nach den Mollusken nicht entscheiden. SCHARFF nimmt das letztere und eine Wiederbesiedelung vom Felsengebirge her an.

Kap. IV. Die Fauna von Alaska.

Die Küste ist sehr regenreich, daher mit riesigen Wäldern bedeckt. Im N liegen Tundren. Die großen Gletscher sind auf die SW-Seite der Hauptkette beschränkt. Weiter im Inneren sind sie trotz der viel niedrigeren Temperatur wenig entwickelt, weil die Niederschläge zu gering sind. Eine über weitere Strecken ausgedehnte tiefe Temperatur ist der Gletscherentwicklung nicht günstig. Dazu ist vielmehr eine gewisse Wärme nötig, die die Verdunstung befördert. Die Kälte muß auf einzelne Gebiete, wie höhere Berge, lokalisiert sein, wo die Feuchtigkeit sich als Schnee niederschlägt. Dies ist für das Verständnis der Eiszeit sehr wichtig. Die eiszeitliche Vergletscherung von Alaska ist nur eine Steige-

rung der rezenten. Verf. meint, daß das Klima damals wärmer, aber noch feuchter als heute war. Das Innere des Landes war, wie die geologischen Aufnahmen ergeben haben, auch damals eisfrei und wahrscheinlich besser bewohnbar als heute.

Die Diluvialfauna von Alaska ist recht artenreich. Auch ein Mammut mit erhaltenen Weichteilen wurde gefunden, das in den Schlamm eingesunken war. Verf. betont, daß es nicht in reines Eis eingeschlossen ist. Mehrere Forscher sind zu dem Resultat gelangt, daß das Klima im Diluvium milder war und die reiche Tierwelt infolge der Verschlechterung des Klimas und der dadurch bewirkten Veränderung des Pflanzenwuchses so dezimiert wurde.

Es liegt kein Anhaltspunkt vor, die Diluvialfauna Alaskas für interglazial zu halten.

Zu ganz ähnlichen Resultaten sind mehrere Forscher in Nordsibirien gelangt. Das diluviale Klima dieser Gegend bildet einfach ein Zwischenstadium zwischen dem tertiären und dem rezenten. Nur Baron Toll hält die Fauna der Neusibirischen Inseln für postglazial.

Eine große Zahl quartärer Säugetiere ist nach Alaska im Diluvium über die Beringslandbrücke eingewandert. Es ist aber auch eine ältere Landverbindung angedeutet, z. B. durch die Wanderung der Kamele in die Alte Welt. Sehr auffallend ist, daß im Diluvium fast keine Tiere von Amerika nach Asien gekommen sind. Eine Ausnahme bildet vielleicht der Moschusochse.

Die Elefanten sind Einwanderer aus Asien. In Alaska ist nur *Elephas primigenius* bekannt, in den Vereinigten Staaten trifft man auch *E. Columbi* und *E. imperator*. Verf. rechnet mit der Möglichkeit, daß letztere in Amerika aus *E. primigenius* entstanden sind, was aber wohl nicht gut denkbar ist.

Sehr merkwürdig ist die stark diskontinuierliche Verbreitung der Elster. Es scheint, daß sie schon lange vor dem Diluvium aus Asien eingewandert ist. Auch das Vorkommen gewisser Ganoidfische, die in Nordamerika und China durch verwandte Formen vertreten sind, deutet auf einen älteren Landzusammenhang. Mit der diluvialen Landbrücke hat diese Erscheinung offenbar nichts zu tun. Jünger ist vielleicht die Einwanderung einiger anderer Fische von Amerika nach Asien *(Catostomus)*.

Die Schmetterlingsgattung *Parnassius* ist wahrscheinlich im Tertiär in Zentralasien entstanden. Von den amerikanischen Arten zeigen manche sehr nahe Beziehungen zu asiatischen, andere sind dagegen recht eigentümlich. Ähnlich verhält sich auch *Vanessa*.

Auch in der Flora bestehen auffallende Beziehungen zwischen dem nordwestlichen Amerika und dem nordöstlichen Asien, von denen sich manche nur durch Annahme einer Landverbindung erklären lassen.

Labrador und Neufundland, die wahrscheinlich während des ganzen Diluviums bewohnbar blieben, haben eine gewisse Anzahl eigentümlicher Tierarten. Noch viel zahlreicher sind diese aber in Alaska. Bei ziemlich enger Artfassung ergeben sich 45 auf Alaska beschränkte Säugetierspezies.

Die rezenten Meeresmollusken (und ähnlich auch die marinen Krebse

und Fische) zeigen eine deutliche Beziehung zwischen der pazifischen Küste von Nordamerika und Ostasien. Nördlich der Beringsee liegt eine einheitliche arktische Provinz, die einzelne Kolonien nach S sendet. In den Tiefen unter 500 Faden erstreckt sie sich unbegrenzt nach S.

Beim Studium der fossilen Mollusken der Küste von Oregon gelangt DALL zu der Ansicht, daß im Unter- und Mitteltertiär ziemlich kühles Klima herrschte. Im Obermiocän stieg die Temperatur, war im Pliocän am höchsten und sank bedeutend im Quartär. Dagegen fand ARNOLD im kalifornischen Pliocän viele Formen, die heute weiter nördlich leben. Im Pleistocän dagegen erscheint das Klima wärmer als heute. Es besteht also ein vollständiger Widerspruch zwischen den beiden Autoren. Möglicherweise beruht er auf einer mangelhaften Chronologie. Der deutliche asiatische Einschlag in der nordwestamerikanischen Marinfauna beginnt erst im Pliocän. Es ist anzunehmen, daß die vorher offene Beringstraße sich damals schloß, was eine Wanderung der Küstenformen von Asien nach Amerika und gleichzeitig eine Erhöhung der Temperatur zur Folge hatte. Gegen Ende des Pleistocäns öffnete sich die Beringstraße zu ihrer heutigen Breite, wodurch die Temperatur im nördlichen Stillen Ozean etwas sank und die Wanderung von Asien nach Amerika erschwert wurde.

Der einzige Grund, der sich gegen die Annahme einer Bering-Landbrücke anführen läßt, liegt in dem Auftreten marinen Pliocäns in der Gegend von Nome in Alaska. Verf. hält das Alter der Ablagerung aber nicht für ganz sicher. Übrigens liegt der Fundpunkt so weit südlich, daß er höchstens eine geringere Breite der Landbrücke beweisen könnte.

Kap. V. Das Felsengebirge.

Die Vegetation des Felsengebirges zeigt keine große Ähnlichkeit mit der der Weißen Berge. Die Beziehungen zur asiatischen und europäischen Gebirgsflora sind deutlich. Es gibt aber viele endemische Arten, die mit den Bewohnern des umgebenden niedrigeren Landes zunächst verwandt sind. Einige Pflanzenarten treten nur noch in den südlichen Anden auf, fehlen aber in den zwischenliegenden Gebieten.

Anemone baldensis kommt außer in mehreren europäischen Hochgebirgen nur in den westlichen Bergen Amerikas vor, zusammen mit zwei nahe verwandten Arten. Solche Gruppen sind wahrscheinlich sehr alt.

Eine besonders eingehende Besprechung erfährt der zur Gruppe der amerikanischen Hirsche gehörige *Odocoileus*. Er lebt in den Vorbergen des Felsengebirges und ist fossil im Pleistocän bekannt. Er reicht bis ins südliche Südamerika. Dort finden wir seit dem Obermiocän verschiedene primitive Vertreter der amerikanischen Hirsche mit einfachen Geweihen. Nur hier überschreiten die Hirsche den Äquator. *Odocoileus* zeigt mehrere Ähnlichkeiten mit *Capreolus*. Die Hirsche sind offenbar in der Alten Welt entstanden. Nach SCHARFF sind sie direkt von Europa nach Südamerika und von dort nach Nordamerika gelangt.

Von Vögeln werden *Cinclus* und *Regulus* besprochen. Beide dürften aus Asien stammen. Wenigstens der letztere ist über die Beringstraße eingewandert.

Fliegende Insekten werden nach dem Verf. viel seltener zufällig ver-

breitet, als man gemeinhin annimmt. Besonders die Verbreitung durch den Wind wird meist überschätzt. Die Schmetterlinge des Felsengebirges zeigen viele Beziehungen zu denen der Alten Welt. Unter den Käfern erkennt man sowohl altweltliche Einwanderer als echt amerikanische Typen, die aus dem Tiefland in das Gebirge eingedrungen sind.

Kap. VI. Die Tiere der östlichen Staaten.

Dieses Kapitel befaßt sich vorwiegend mit Reptilien und Amphibien. Unter anderen werden in bezug auf ihre Verbreitung besprochen:

Eumeces und *Lygosoma*. Sie scheinen von W zuerst nach dem südlichen Nordamerika eingedrungen zu sein.

Die Iguanidae kommen rezent in Amerika, auf den Fidji-Inseln und vielleicht in Madagaskar vor, fossil im europäischen Eocän und in der amerikanischen Kreide. Sie sind wohl echt amerikanisch.

Im ganzen sind Eidechsen in den östlichen Staaten wenig, Schlangen dagegen sehr reich vertreten.

Tropidonotus scheint die südwestlichen Staaten direkt von Europa aus erreicht zu haben.

Liopeltis und *Cyclophis* sind nur durch je eine Art in den östlichen Staaten vertreten, sonst gehören sie dem südöstlichen Asien an.

Die Klapperschlangen scheinen Amerika schon seit dem Alttertiär zu bewohnen.

Sehr wichtig sind in der betrachteten Region die Land- und Süßwasserschildkröten.

Ebenso wie die Reptilien sind auch die Amphibien reich in den östlichen Staaten vertreten.

Riesensalamander kennt man rezent nur aus den östlichen Staaten und aus Japan, fossil aber auch im Miocän der Schweiz.

Amblystoma. Amerika und Hinterindien.

Necturus hat nur im südöstlichen Europa Verwandte *(Proteus)*.

Spelerpes. Nordamerika und Inseln des Mittelmeeres.

Im ganzen zeigen die älteren Reptilien- und Amphibiengruppen Beziehungen sowohl zu Europa als zu Ost- und Südasien. Der Ausgangspunkt vieler Gruppen innerhalb Nordamerikas scheint der Südwesten gewesen zu sein, obwohl einzelne Formen dort heute nicht mehr vorkommen.

Unter den Säugetieren der östlichen Staaten spielen die Insektenfresser und besonders die Talpidae eine große Rolle. Zweifelhafte Verwandte derselben finden sich schon im Mitteleocän, sichere Angehörige der Familie im Oligocän.

Unter den Pflanzen zeigt sich eine auffallende Verwandtschaft mit Ostasien, die nach ENGLER allerdings früher übertrieben wurde. Dieser meint, daß ursprünglich die westlichen Staaten eine noch größere floristische Ähnlichkeit mit Asien zeigten als die östlichen, daß aber später durch einen Klimawechsel die heutige Verteilung bewirkt wurde.

Aus der Verbreitung gewisser Pflanzengesellschaften und von *Helix hortensis* läßt sich auf die ehemalige Existenz eines größeren Landgebietes schließen, das Teile der Ostküste von Nordamerika, die vorgelagerten Inseln und einen Teil des Atlantischen Ozeans umfaßte.

(Fortsetzung folgt.)

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die „postglaziale Terrasse“ der Saale bei Kösen.

Von **L. Henkel.**

Im Jahrbuch der Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1915, in ihrem Aufsatz „Die Terrassen des mittleren Saalelaufs“, p. 413, bekämpfen E. Naumann und E. Picard eine angeblich von mir auf dem Anthropologenkongreß zu Weimar 1912 geäußerte Ansicht, nach der die seit längerer Zeit bekannte Kiesablagerung von Lengefeld bei Kösen (von den Verfassern „postglaziale Terrasse“ genannt), welche zahlreiche Reste diluvialer Tiere geliefert hat, jung-alluvialer Entstehung sei. Es handelt sich hierbei um ein großes Mißverständnis seitens der Verfasser. Die obige Ansicht habe ich natürlich nicht ausgesprochen, vielmehr bin ich es gewesen, der zuerst darauf hingewiesen hat, daß jene Ablagerung diluvialen Alters ist (Beiträge zur Geologie des nordöstlichen Thüringen. Beil. zum Jahresber. d. Landesschule Pforta. 1903. p. 9). Dagegen habe ich allerdings betont, daß diese uralte Ablagerung in der jetzigen Niederung liegt, und zwar nicht höher über dem mittleren Wasserstand als ganz junge Absätze.

Das postglaziale Alter der Ablagerung halte ich freilich nicht für erwiesen, nämlich so lange nicht, bis der Nachweis geführt ist, daß sie nicht etwa interglazial ist!

Der Kernpunkt meiner auf dem Anthropologenkongreß gemachten Bemerkung aber war, daß es reine Willkür ist, den Kies von Lengefeld für gleichalterig mit dem im Park von Weimar zu erklären und nun gar daraus folgern zu wollen, der dortige Travertin mit *Elephas antiquus* sei nicht interglazial, sondern postglazial.

Beiträge zur Petrographie des Hühnberggesteins zwischen Schmalkalden und Friedrichroda.

Von **Adolf Utendörfer** aus Schmalkalden.

Mit 2 Textfiguren.

(Schluß.)

III. Ausscheidungsfolge und Struktur.

Die Hauptgemengteile im Hühnberggestein sind: basischer Plagioklas und Augit; dazu tritt in einer weit über die Rolle akzessorischer Beteiligung hinausgehenden Menge der Olivin, während die anderen erwähnten Mineralien nur die Rolle von Nebengemengteilen oder Akzessorien spielen.

Die Ausscheidungsfolge der genannten drei Hauptgemengteile und ihr Mengenverhältnis gegenüber der Zwischenmasse bedingen im wesentlichen die wechselnde Struktur des Gesteins.

Das Hauptcharakteristikum ist die Erstausscheidung des Plagioklas; er ist stets der älteste Gemengteil und bildet mit dem Augit die bekannten ophitischen Verwachsungen, in denen idiomorphe Feldspatleisten von einem einheitlichen Augitindividuum eingeschlossen werden. Doch ist diese Struktur deutlich nur in den Fällen, in denen der Augit in reichlicher Menge vorhanden ist. Bei dem häufigen (z. T. fast völligen) Zurücktreten des Augit entwickeln sich die Übergänge zu körniger Struktur.

Von ganz besonderem Interesse ist der Olivin, der sich gegenüber dem Plagioklas ganz so verhält wie der Augit und auch dieselben ophitischen Verwachsungen bildet; nur wegen der sehr häufigen Umwandlung des Olivin sind diese Bildungen vielfach weniger gut zu beobachten. Aus der gegenseitigen Abgrenzung von Olivin und Augit ergibt sich, daß der Olivin gegenüber dem Augit der ältere Gemengteil ist. Als Ausscheidungsfolge ergibt sich demnach: Plagioklas, Olivin, Augit.

Bei Betrachtung des Zusammenhanges der verschiedenen Gesteinspartien mit abweichender Struktur zeigt sich, daß die wechselnde makroskopische und mikroskopische Gesteinsbeschaffenheit im engen Zusammenhang steht mit der intrusiven Natur des Hühnberggesteins. Makroskopisch beobachtet man zunächst Übergänge von vollständig dichter, basaltartiger bis zu grobkörniger Ausbildung. An einer Stelle (im Kleinen Leinatal bei Finsterbergen) findet sich die Grenze zwischen Diabas und Nebengestein in ausgezeichneter Weise aufgeschlossen. Makroskopisch liegt hier ein dichtes Gestein vor; das mikroskopische Bild zeigt porphyrische Struktur. Auch überall da, wo dichte oder feinkörnige Varietäten auftreten, wenn gleich das Nebengestein der Abtragung anheimgefallen ist, spricht nichts gegen die Annahme der nächsten Nähe der Grenzfläche des Diabases. Weiter nach dem Innern nehmen die Gemengteile an Größe zu unter Ausbildung der Ophitstruktur, wobei das Gestein zunächst

weniger feinkörnig, dann weiter mittelkörnig wird. Guten Einblick in diese Verhältnisse gewährt der Steinbruch am mittleren Hühnberg. Bisweilen nimmt das Hühnberggestein in seinen zentralen Partien sogar tiefengesteinsähnlichen Charakter an.

Auch das Auftreten der Zwischenmasse entspricht dem Charakter eines Intrusivgesteins, indem ihre Menge nach der Mitte des Gesteinsmassivs hin immer mehr abnimmt.

Eine Beschreibung weiterer Abweichungen in der Struktur, z. B. einer mehr porphyrischen Ausbildung in randlichen Partien, findet sich bei der Besprechung der einzelnen Fundorte.

IV. Die verschiedenen Varietäten des Hühnberg-Diabases, besprochen in geographischer Reihenfolge.

1. Auf Blatt Schmalkalden und am Steinberg bei Schnellbach.

Das auf Blatt Schmalkalden am Hainberg auftretende Gestein ist feinkörnig und fein- bis mittelkörnig und von meist graugrüner Farbe. Nur an wenigen Stellen wird es anstehend gefunden.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt, daß es stark verwittert ist. Von den Hauptgemengteilen ist der Feldspat am besten erhalten. Selten tritt er einsprenglingsartig auf. Zwillingsbildung wurde nicht beobachtet. Möglicherweise ist sie infolge der Verwitterung verschwunden. Augit wird nicht mehr gefunden, man hat aber auch keinen Anhalt dafür, daß er ehemals in erheblicher Menge vorhanden gewesen ist. Desto mehr ist Olivin vorhanden gewesen. Es ist dies mit Sicherheit zu erkennen an den ihm eigenen Umwandlungserscheinungen: die Sprünge, von denen die Umwandlung ausging, heben sich vielfach durch intensivere Grünfärbung gegenüber den übrigen schwächer grünen Partien ab; auf den Sprüngen und am Rande hat sich Eisenerz abgeschieden. Eine jetzt da und dort radialfaserige, grasgrüne Substanz scheint die Zwischenmasse gewesen zu sein. Als sekundäres Mineral findet man stellenweise viel Calcit.

Auf Blatt Schmalkalden sind die westlich des Hainberges im sogen. Kleinen Steinbach auftretenden Apophysen — nur ein Teil derselben ist auf der Karte angegeben — als Melaphyr in den Oberhöfer Schichten eingetragen. Der petrographische Befund stimmt jedoch vollkommen mit dem der randlichen Partien des Hühnberggesteins überein.

Wenig gute Aufschlüsse bietend, zieht sich das Hühnberggestein nach dem Großen Steinberg bei Schnellbach hin. Hier hat es die gewöhnliche mittlere Korngröße. Mit dem Auftreten von reichlichem Augit ist auch deutliche Ophitstruktur zu erkennen.

Steil fällt der Steinberg nach dem Orte Schnellbach ab; ein tiefes Erosionstal, dessen Entstehung durch eine Verwerfung begünstigt wurde, trennt den Steinberg von dem übrigen Massiv ab.

2. Das Hühnberggestein rechts der Straße Schnellbach—Tambach (Brückenberg und Wiesenberg).

In diesem Teile des Intrusivlagers bietet sich an drei Stellen Gelegenheit, den Diabas der randlichen Zone in der Nähe des Nebengesteins zu untersuchen. Sowohl am Brückenberg, wo der Diabas in Felsbildungen von etwa 50 m Höhe ansteht, wie am Südabfall des nördlich liegenden, durch das Tal der Dürren Floh getrennten Wiesenberges, als auch an seinem Nordabhang findet sich die Grenze zwischen dem Intrusivgestein und dem hangenden Nebengestein aufgeschlossen. Makroskopisch und mikroskopisch ist sie deutlich zu erkennen: das Nebengestein ist dicht, während der Diabas feinkörnig ist.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt folgendes: Der Feldspat des Diabases ist wenig verzwillingt, und nach dem häufigen Auftreten gerader Auslöschung ist zu schließen, daß ein erheblicher Teil desselben Orthoklas ist. Augit wird in der nächsten Nähe des Nebengesteins nicht gefunden, auch keine Umwandlungsprodukte, die sein einstiges Vorhandensein beweisen könnten. Die in großer Zahl vorhandenen grünen Partien sind, soweit sie nicht der Zwischenmasse angehören, umgewandelter Olivin. Diese beiden grünen Substanzen sind in den allermeisten Fällen gut auseinander zu halten. Diese Verhältnisse gelten für die Kontaktstelle am Brückenberg. Für die am Nordabhang des Wiesenberges und die an seinem Südabhang kommt noch hinzu, daß sich mit regelmäßiger Begrenzung gegen die Zwischenmasse Quarz abgeschieden hat; außerdem kommt er noch in mikropegmatitischer Verwachsung mit Feldspat vor. Es bietet sich demnach ein Gestein dar, dem man, ohne die besonderen Verhältnisse zu kennen, nicht den Namen „Diabas“ geben könnte.

In welcher Entfernung vom Nebengestein der Diabas seine normale Ausbildung gewinnt, ist wegen der geringen Mächtigkeit, auf der die Kontaktzone aufgeschlossen ist, nicht feststellbar; jedoch spricht manches dafür, daß in 3 m Entfernung vollständig normales Gestein anzutreffen ist.

Wegen seines hohen Gehaltes an makroskopisch sehr gut erkennbarem Apatit, der in Nadeln von 1 cm Länge und der Stärke eines feinen Drahtes auftritt, sei auf ein Vorkommen am Fuße des Wiesenberges, gegenüber dem Eingang zum Großen Schmiebach, aufmerksam gemacht.

3. Das Hühnberggestein bis zum vorderen Hühnberg einschließlich.

In diesem Abschnitt, der sich durch seinen Reichtum an natürlichen und an künstlichen Aufschlüssen auszeichnet, findet man eine bemerkenswerte Gleichförmigkeit in der Ausbildung des Gesteins. Nur wenige Punkte bieten Abweichungen dar, abgesehen von

solchen in der Größe des Kornes und der Farbe. Links der Straße Schnellbach—Nesselhof bildet das Gestein steil bis zu 700 m ansteigende Bergzüge, die sich nach Norden hin vereinigen, gebildet durch den von der Höhe kommenden Kleinen und Großen Schmiebach. Besonders von letzterem ist in das Gestein ein tiefes Tal eingeschnitten worden.

An mehreren Stellen ist der Diabas von seinem Nebengestein verdeckt, besonders am Sattel, am Silberberg und längs seines Ostrandes. Im allgemeinen ist der Diabas hier von mittlerem Korn; feinkörniges Gestein deutet auf die Oberfläche und auf randliche Teile der Intrusion hin. Die Farbe ist hellgrün bis graugrün, selten rötlich und, wenn der Feldspat noch gut erhalten ist, erscheint das Gestein weiß gesprenkelt. Mikroskopisch ergibt sich folgendes: Das Gestein besteht zum weitaus größten Teile aus Feldspaten, die sich gegenseitig berühren. Der Plagioklas ist meist stark verwittert, so daß des öfteren seine Zwillingslamellierung verschwunden ist, und verleiht dem Gestein die Farbe. Orthoklas umrandet ersteren und ist im Handstück an der fleischroten Farbe zu erkennen. Der spärliche Olivin ist umgewandelt. Der Augit, der makroskopisch im Gestein an der stark glänzenden Querfläche zu erkennen und mit Hornblende verwachsen ist, besitzt nur geringe Verbreitung. Die Folge dieser Verteilung in der Menge der Mineralien ist eine Strukturform, die man als angenähert hypidiomorphkörnig bezeichnen könnte; stets aber ist noch der Charakter des Plagioklas als des ältesten Gemengteils ausgesprochen. Die Nebengemengteile bieten nichts Besonderes.

Zur chemischen Charakterisierung wurde eine Gesteinsanalyse angefertigt, für die möglichst frisches Material aus dem Steinbruch im Kleinen Schmiebach genommen wurde. Die Analyse ergab:

	Gewichts-proz.	Mol.-Prop. × 100	Molekular-proz.
SiO_2	50,34	87,36	59,88
TiO_2	2,77		
Al_2O_3	17,89	17.54	12,02
Fe_2O_3	1,64	—	—
FeO	7,32	12,21	8,37
MgO	2,90	7,25	4,97
CaO	8,16	14.57	9,99
K_2O	1,55	1,65	1,13
Na_2O	3,29	5,31	3,64
H_2O (110°)	0,22	vernachlässigt	
H_2O (1300°)	3,03		
CO_2	0,30		
P_2O_5	0.34		
	99,75	145, 89	100.00

Glühverlust 1,29 %.

Osann'sche Größen (siehe Fig. 2, No. 1):

$$s = 59{,}88;\quad A = 4{,}77;\quad C = 7{,}25;\quad F = 16{,}03;$$
$$a = 3{,}40;\quad c = 5{,}16;\quad f = 11{,}44;$$
$$n = 7{,}63.$$

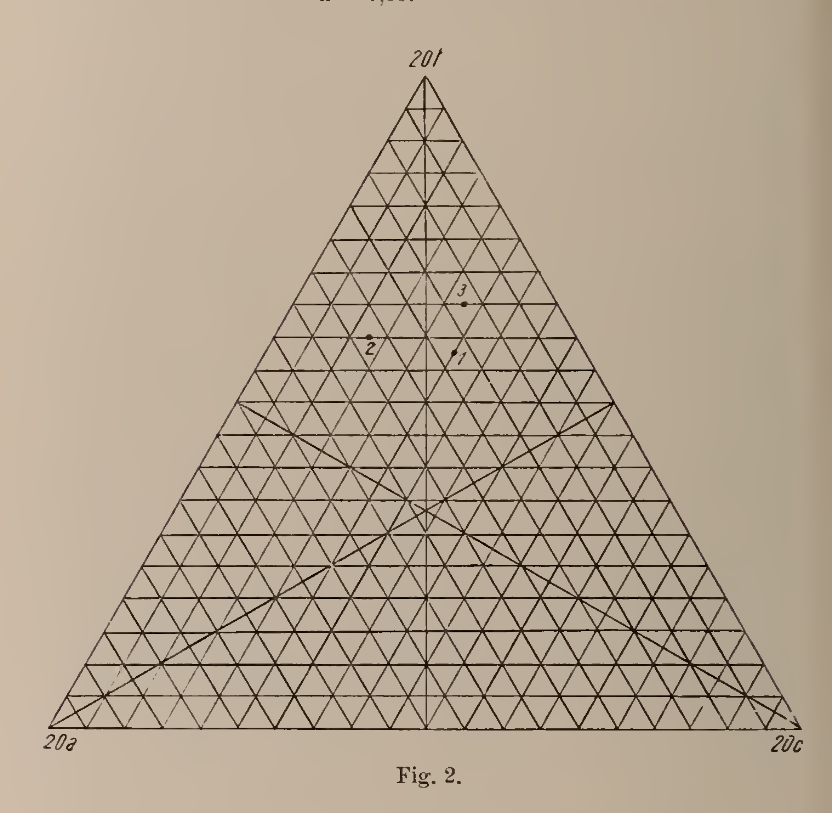


Fig. 2.

Über den Diabas aus dem Steinbruch im Kleinen Schmiebach liegen außerdem noch folgende Feststellungen des Kgl. Materialprüfungsamtes vor: Druckfestigkeit pro cm^2 2493 kg, spez. Gew. (am Pulver bestimmt) 2,926, Dichtigkeitsgrad 0,991.

Dank seiner hohen Festigkeit liefert das im genannten Steinbruch gewonnene Gestein einen guten Pflasterstein und gutes Beschotterungsmaterial.

Bemerkenswert sind die im Bruche auf Spalten auftretenden Mineralien. Besonders in einem nicht mehr im Betrieb befindlichen Teile wird das Gestein von zahlreichen, 1—20 mm starken Klüften durchsetzt, die mit grünlichgelbem Prehnit ausgefüllt sind. In einem erst neuerdings in Bearbeitung genommenen Teile des Bruches findet sich eine breitere Spalte mit Neubildungen. Es kommt auch

hier viel Prehnit vor, und zwar in derben Massen, kugeligen Aggregaten und in den Formen des Ikositetraeders (202). Im letzteren Falle hat man es mit Pseudomorphosen von Prehnit nach Analcim zu tun; durch mikroskopische Untersuchung wurde festgestellt, daß sich teilweise noch die isotrope Analcimsubstanz im Innern der Ikositetraederformen erhalten hat, während die äußeren Partien vollständig in Prehnit umgewandelt sind. Der ehemals vorhanden gewesene Analcim scheint von einer dünnen Schicht $CaCO_3$ überwachsen gewesen zu sein, die später fortgeführt wurde, so daß sich jetzt vielfach die Prehnit-Pseudomorphosen leicht aus dem sie umgebenden kristallinen Prehnit herausnehmen lassen. Frischer Analcim, wie vielfach sonst unter ähnlichen Umständen, z. B. bei Friedensdorf an der Lahn [1], ist nicht mehr vorhanden. Außerdem findet sich noch als Spaltenausfüllung Kalkspat, Quarz und stellenweise Flitterchen und Körnchen von Kupferkies. Die Quarzkristalle sind begrenzt von $+R$, $-R$, ∞R und $\frac{2P2}{4}$ (sehr klein).

Auch in dem Leffler'schen Steinbruch in der Nähe des Forsthauses Nesselgrund findet sich auf Spalten und Hohlräumen Neubildung von Mineralien. Hier sind es Prehnit, der nur in kugeligen Aggregaten von nahezu Haselnußgröße vorkommt, und Kalkspat. Zuerst bildete sich der Prehnit.

Durch den Großen Schmiebach ist in das Hühnberggestein ein tiefes Tal eingegraben worden, das in seiner Sohle Aufschlüsse aus dem mehr inneren Teile des Lagers bietet. Bemerkenswert erscheint hier der häufige Idiomorphismus des Olivins und des Augits, sowie die zahlreichen Verwachsungen des letzteren mit Hornblende.

Besonderer Betrachtung bedarf ein Vorkommen eines grobkörnigen, rötlichen Gesteins, das etwa 200 m südöstlich der Schutzhütte Weidmannsruh ansteht. Mikroskopisch findet man, daß sich das Gestein etwa zur Hälfte zusammensetzt aus gut begrenztem Plagioklas, der rings von einem grünen Umwandlungsprodukt umgeben ist, von wenig mit Hornblende verwachsenem Augit, dem grünen Umwandlungsprodukt des Olivin und der grünen Zwischenmasse. In der Hauptsache aber sind die zwischen den Feldspatleisten bleibenden Zwischenräume von einer schriftgranitischen Verwachsung von Quarz und Feldspat ausgefüllt; vereinzelt nimmt der Quarz größere Dimensionen an und zeigt Dihexaeder-Querschnitte. Die von diesem Gestein angefertigte Analyse ergab das Resultat auf p. 648.

Betrachtet man das Gestein am Vorderen Hühnberg, so findet man, daß es einen höheren Gehalt an dunklen Gemengteilen, besonders an Augit, hat; es nähert sich damit die Gesteinsstruktur mehr der ausgeprägt ophitischen. Auch große, im oberen Teile

[1] R. Brauns, N. Jahrb. f. Min. etc. 1892. II. p. 1 ff.

	Gewichts-proz.	Mol.-Prop. × 100	Molekular-proz.
SiO_2	58,28	99,10	68,01
TiO_2	1,58		
Al_2O_3	13,31	13,05	8,96
Fe_2O_3	6.57	—	—
FeO	4,91	15,04	10,32
MgO	1,56	3,90	2,68
CaO	3,22	5.75	3,95
K_2O	3,73	3,97	2,72
Na_2O	3,03	4.89	3,36
H_2O (110°)	0,79	vernachlässigt	
H_2O (1300°)	2,51		
CO_2	0.10		
P_2O_5	0,11		
	99,70	145,70	100,00

Glühverlust 3,17 %.

Osann'sche Größen (siehe Fig. 2, No. 2):

$$s = 68{,}01: \quad A = 6{,}08; \quad C = 2{,}88; \quad F = 14{,}07;$$
$$a = 5{,}28; \quad c = 2{,}50; \quad f = 12.22;$$
$$n = 5{,}53.$$

des Großen Schmiebach liegende Blöcke weisen auf eine Gesteinsvarietät hin, die sich am Mittleren Hühnberg findet und dort durch einen größeren Bruch aufgeschlossen ist.

4. Der Diabas am Mittleren Hühnberg.

Schon makroskopisch zeigt sich ein Unterschied gegenüber den bisher betrachteten Gesteinen. Seine Farbe ist viel dunkler; bei feinkörniger Struktur ist sie schwärzlichgrün, bei mittlerem und bei gröberem Korn verursachen die Feldspäte eine etwas hellere Tönung. Mikroskopisch findet man, daß das Hühnberggestein an dieser Stelle in allen seinen Bestandteilen einen außergewöhnlich guten Erhaltungszustand besitzt. Offenbar ist das Gestein hier länger als an allen übrigen Vorkommnissen von einer die Verwitterung abhaltenden Decke umgeben gewesen. Für diese Annahme spricht das in nächster Nähe ziemlich verbreitete metamorphosierte, sehr widerstandsfähige Nebengestein.

Der fast nur in Leistenform auftretende Plagioklas ist polysynthetisch verzwillingt und noch sehr frisch. Die Umwandlungsvorgänge beschränken sich auf Ausscheidung einer grauen Substanz. Der Olivin ist z. T. übergegangen in eine grüne Masse, meist mit Pleochroismus von grün bis hellbraun und entweder starker oder schwacher Doppelbrechung. In seinem Innern finden sich häufig noch nicht umgewandelte Reste. Der vielfach von Hornblende

umwachsene Augit ist sehr gut erhalten; er zeigt sehr schön die bei der Ophitstruktur auftretenden zerhackten Formen. Die Zwischenmasse ist eine hellgrüne Substanz von niederer Doppelbrechung.

Die Nebengemengteile bieten keine Besonderheiten.

Eine chemische Analyse des Gesteins aus dem Bruch ergab:

	Gewichts-proz.	Mol.-Prop. × 100	Molekular-proz.
SiO_2	50,50	85,81	57,12
TiO_2	1,31		
Al_2O_3	16,87	16,54	11,01
Fe_2O_3	2,11	—	—
FeO	7,55	13,13	8,74
MgO	4,54	11,35	7,55
CaO	9.60	17,14	11,41
K_2O	1,52	1,62	1,08
Na_2O	2,88	4,65	3,09
H_2O (110°)	0,32	vernachlässigt	
H_2O (1300°)	1,88		
CO_2	0,33		
P_2O_5	0,74		
	100,15	150,24	100,00

Glühverlust 1,23 %.

Osann'sche Größen (siehe Fig. 2, No. 3):

$s = 57,12$; $A = 4,17$; $C = 6,84$; $F = 20,86$;
$a = 2,62$; $c = 4,29$; $f = 13,09$;
$n = 7,41$.

Als Schlieren dürften Bildungen zu bezeichnen sein, die schon makroskopisch durch die ungewöhnliche Größe der Gemengteile auffallen. Die mineralische Zusammensetzung wechselt. Teils besteht das Gestein in der Hauptsache aus Augit mit wenig Feldspat, teils fast nur aus mit Orthoklas umwachsenen Plagioklas mit wenig Augit und sehr großen, bis 4 cm^2 erreichenden Titaneisentafeln. Der prismatische Augit wird bis fingerlang, der Feldspat bildet Leisten von der Größe bis zu 2 cm. Die Interstitien sind meist mit feinen mikropegmatitischen Verwachsungen ausgefüllt. Olivin nimmt an diesen Bildungen nicht teil.

Entsprechend der Frische des Gesteins ist hier eine Neubildung von Mineralien auf Spalten nicht zu beobachten. An dem Westabhang des Mittleren Hühnberges, wo man ein ausgedehntes Felsenmeer antrifft, steht ziemlich stark verwittertes Gestein an.

5. Der Diabas am Hinteren Hühnberg.

Zusammen mit dem Vorderen und dem Mittleren Hühnberg bildet der Hintere Hühnberg einen Höhenzug in S—N-Richtung

mit steilem Abfall nach Westen. Am Hinteren Hühnberg treten nur geringfügige Aufschlüsse auf; sie lassen erkennen, daß der Diabas sich hier dem vom Mittleren Hühnberg entfernt und sich dem oben beschriebenen Gestein nähert. Am Nordabhang tritt ein Gestein mit prismatischer Absonderung zutage; es ist feinkörnig bis dicht; vereinzelte größere Feldspate und etwas zahlreichere Olivine geben dem Diabas ein porphyrisches Gepräge; die holokristalline Grundmasse besteht aus kleinen Feldspatleisten, Augitkörnchen, Apatit und etwas Erz.

6. Der Diabas in der Nähe des Spitterfalles.

In der Umgebung des Spitterfalles ist der Diabas noch an mehreren Stellen vom Nebengestein überdeckt. Man beobachtet hier — entsprechend der Grenzfazies — zumeist ein mittel- bis feinkörniges und feinkörniges Gestein von wenig gutem Erhaltungszustand. Verhältnismäßig am wenigsten verwittert ist das in der Nähe des Pirschhauses. Der Feldspat macht den größten Teil des Gesteins aus, so daß hier gegenüber dem Diabas am mittleren Hühnberg die Ophitstruktur weniger deutlich ist. Der Olivin hat in den frischeren Partien eine stark pleochroitische grünliche Substanz von meist ziemlich hohen Farben geliefert. In den übrigen Teilen, besonders am Spitterfall selbst und im Hangweg, findet sich jetzt in den Formen des Olivin eine schwach grünliche, serpentinartige Masse. Randlich und regellos im Innern ist es bisweilen zu reichlicher Ausscheidung von Eisenerz gekommen. Stellenweise ist dies von rotbrauner Farbe, die auch mikroskopisch in Erscheinung tritt. Der Augit zeigt, wohl infolge der Verwitterung, eine beginnende Umwandlung, die mit der Ausscheidung nadel- und stäbchenförmiger Mikrolithen verbunden ist, die — auch an getrennten Stellen eines und desselben Individuums — alle untereinander parallel gerichtet sind, wodurch diese Partien im mikroskopischen Bilde wie gestrichelt erscheinen, ganz ähnlich, wie wir es auch vielfach bei Diallag beobachten.

Aus der Nähe des Spitterfalles werden von R. Amthor schmale Prehnitgänge beschrieben[1].

7. Der Diabas nördlich des Spitterfalles bis zum Kreuz.

In diesem Abschnitte ist das Hühnberggestein nur von geringer horizontaler Verbreitung; auch die natürlichen Aufschlüsse sind spärlich geworden; nur etwa 300 m nördlich der Höhe 746 treten bedeutendere Felsbildungen auf. Hier zeigt sich stellenweise eine gute plattige Absonderung. Noch deutlichere Erscheinungen dieser Art am Diabas finden sich etwa 500 m weiter nördlich im Streit-

[1] Zeitschr. f. Naturwiss., Organ des naturwiss. Ver. f. Sachsen und Thüringen zu Halle. **84**. Heft 1. 1912. Über Prehnit usw.

girn, wo mehrere kleine Aufschlüsse neben plattiger eine sehr gute dickstengelige Absonderung aufweisen.

Das Gestein ist meist feinkörnig, seltener mittel- bis feinkörnig und stark der Verwitterung anheimgefallen. Zur Beurteilung derselben kann man hier, wie überall, die Stärke der Umwandlungserscheinungen am Olivin heranziehen. Am Augit ist mikroskopisch eine Ausscheidung von Eisenhydroxyd zu erkennen, die ihm rotbraune Färbung verleiht.

Das sich über den Oberen Pirschhauskopf hinziehende feinkörnige Gestein ist sehr stark verwittert. Der Feldspat ist verhältnismäßig gut erhalten; auf Olivin läßt schwach grünlicher, faseriger Serpentin schließen. Augit dürfte wohl nicht vorhanden gewesen sein. Stark beteiligt am Aufbau ist jedoch die Zwischenmasse, die unter Ausscheidung von dicht gedrängt liegenden Erzteilchen vollständig zersetzt ist.

Am Südabhang des Oberen Pirschhauskopfes im Gleichisch-Gehäu steht ein feinkörniges Gestein an, das von den Hauptgemengteilen nur den Feldspat in Leistenform aufweist; die von ihm gelassenen Zwischenräume sind von einer gleichartigen, grünen Substanz mit Erzausscheidungen ausgefüllt. Spuren von frischem Glas in dieser beweisen, daß sie ebenfalls Glas gewesen sein muß. Nach der Ausscheidung des Feldspates erfolgte wahrscheinlich infolge starker Abkühlung in diesen randlichen Teilen eine rasche Erstarrung, die eine Bildung von Olivin und Augit nicht mehr zuließ, so daß der Magmarest als dunkelgrünes Glas erstarrte. In dem oben erwähnten Gestein am Oberen Pirschhauskopf liegen dieselben Verhältnisse vor; nur konnte es noch zur Bildung des Olivins kommen.

Von dem Gestein im Gleichisch-Gehäu ist noch zu erwähnen, daß es bis erbsengroße Hohlräume enthalten hat; meist sind diese sekundär von einer grünen radialfaserigen Masse ausgekleidet und mit Kalkspat ausgefüllt.

8. Der Diabas am Kreuz.

Am Kreuz ist der Diabas in einem kleinen Bruche aufgeschlossen. Er ist feinkörnig und stark verwittert; an manchen Stellen tritt eine rötliche Punktierung auf. Diese rührt her von rotbraunen Erzausscheidungen des Olivins. Der teilweise gebogene Augit zeigt randliche Umwandlung in eine hellbraune Masse.

In diesem Bruch treten mehrere schmale Gänge von Prehnit auf. Ein solcher setzt sich folgendermaßen zusammen: Zuerst trifft man beiderseits in symmetrischer Anordnung vom Diabas aus auf eine braune Substanz, in die noch Gemengteile des Diabases hineinragen; dann folgt ein schmaler Zug von Eisenerzkörnchen, jenseits dieser folgt wieder die braune Substanz, in der noch verstreut Erzkörnchen liegen. Allmählich geht sie in Prehnit über.

Die braune Substanz zeigt da, wo die Färbung weniger intensiv ist, ebenfalls die Polarisationsfarben des Prehnits; sie ist also auch Prehnit mit sehr feinen braunen Verunreinigungen. Die Hauptmasse des Ganges ist ein unregelmäßig radialfaseriger Prehnit. Die Maximalstärke des Ganges beträgt etwa 1 cm; nach oben keilt er aus.

9. Der Diabas im Leinatal.

Von dem im Kleinen Leinatal — in der Nähe des Kreuzes — anstehenden Diabas ist besonders eine gut aufgeschlossene Kontaktstelle bemerkenswert. Das diabasische Magma hat hier als Randfazies einen Diabasporphyrit gebildet. Als Einsprenglinge treten auf Feldspat, Augit und Olivin. Letzterer ist am stärksten umgewandelt; die Olivinformen, die infolge randlicher Ausscheidung von Erz ihre scharfe Begrenzung verloren haben, enthalten eine gelbgrüne Substanz mit niederer Doppelbrechung. Die Grundmasse enthält an deutlich wahrnehmbaren Mineralien Feldspat in kleinen Leisten, Augitkörnchen und Titaneisen.

Das sonst noch im Kleinen Leinatal anzutreffende Gestein ist feinkörnig und enthält verhältnismäßig viel Olivin.

10. Das Hühnberggestein am Spießberg und in dessen Nähe.

Am Spießberg findet man einen Diabas, der schon makroskopisch dem feinkörnigen, schwärzlichgrünen Gestein am Mittleren Hühnberg sehr gleicht. Nur wenig Aufschlüsse sind vorhanden; die Verbreitung dieser Varietät wird meist angezeigt durch umherliegende Gesteinsbrocken; sie finden sich am Spießberg und auch noch jenseits der Straße Kreuz—Friedrichroda am Eisbrunnen und im westlichen Teil des Münchengirn. Stellenweise ist es vom Nebengestein überdeckt.

Mikroskopisch zeigt sich auch hier gut ausgeprägte Ophitstruktur. Der Feldspat hat denselben Erhaltungszustand wie an dem 4 km entfernten Mittleren Hühnberg. Der Augit ist ebenfalls sehr frisch, nur fehlen ihm, wie überhaupt in dem nördlichen Teile des Diabaszuges, die Parallelverwachsungen mit der Hornblende. Von dem Olivin sind nur noch winzige Teilchen in unverändertem Zustand vorhanden; an seiner Stelle findet sich jetzt eine gelbgrüne oder grasgrüne Masse mit niederen Polarisationsfarben. Wesentlich unterscheidet sich die Zwischenmasse in beiden Gebieten. Schon in bezug auf die Mengenverhältnisse besteht ein Unterschied derart, daß am Spießberg eine Zunahme derselben festzustellen ist; und während sie am Mittleren Hühnberg aus einem gleichartigen grünen Chlorit besteht, ist sie hier infolge Einlagerung von winzigen Erzkörnchen eine graue bis dunkelgraugrüne Masse. An weniger stark von Erz durchsetzten Stellen

kann man isotrope Teile erkennen. Regellos eingelagert sind in größerer Anzahl kleine Feldspate mit Wachstumserscheinungen.

11. Das Hühnberggestein im Drusenbach.

Nördlich vom Münchengirn im Drusenbach trifft man auf ein feinkörniges Gestein, das je nach der Art der Verwitterung, die es erfahren hat, ein verschiedenes Aussehen hat. Teils verleihen ihm die rotbraunen Erzausscheidungen des Olivins eine rötliche Farbe, teils rufen reichlich vorhandene Feldspate in einer graugrünen Grundfarbe eine weiße Sprenkelung hervor, teils ist das Gestein gleichförmig grün. Am Feldspat ist infolge der Umwandlung in eine farblose, schuppige und feinkörnige Masse von mittlerer Doppelbrechung die Zwillingslamellierung verschwunden. U. d. M. hat er im parallelen Licht das Aussehen eines stark lichtbrechenden Minerals. Der mitunter undulös auslöschende Augit tritt an Menge stellenweise hinter den Olivin zurück, der stets in Serpentin umgewandelt ist. An einem Vorkommen aus dem Drusenbach wurde beobachtet, daß der Augit fast vollständig verschwunden ist; nur kleine Körnchen, rings umgeben von einem rhomboedrischen Carbonat, sind aufzufinden. Es liegt die Vermutung sehr nahe, daß letzteres aus dem Augit unter Fortführung seiner übrigen Bestandteile hervorgegangen ist. Die durch Erzeinlagerungen getrübte Zwischenmasse hellt bei gekreuzten Nicols nur wenig auf.

12. Der Diabas auf der Wacht bei Friedrichroda.

Über den auf der Wacht und in ihrer Nähe auftretenden feinkörnigen Diabas gibt am besten Aufschluß das rechts der Straße Spießberghaus—Friedrichroda, dem Roten Weg, in Felsbildungen anstehende und in einem kleinen Steinbruch dortselbst gewonnene Gestein. Es ist in seinen oberflächlichen Teilen von roter Färbung; in dem Steinbruch tritt es mit grüner Farbe auf.

U. d. M. bemerkt man in dem grünen Gestein als Zwischenmasse ein Glas von grüner Farbe mit einem Stich ins Bräunliche. Als Einschlüsse in ihm treten in Reihen angeordnete winzige Erzkörnchen und feine Apatitnädelchen auf. Das Glas nimmt etwa zu $\frac{1}{5}$ am Aufbau des Gesteins teil. Der mikroskopische Vergleich des roten Gesteins mit dem grünen ergibt, daß in ersterem die Glaszwischenmasse bis auf geringe Teile der Umwandlung anheimgefallen ist, indem durch das bei der Verwitterung aus den Erzkörnchen und aus dem Olivin gebildete Eisenhydroxyd die ganze Grundmasse mehr oder weniger rotbraun und undurchsichtig geworden ist. Der Feldspat, der in einzelnen Exemplaren Zonarstruktur zeigt, ist teilweise in Kaolin umgewandelt; der Augit ist am besten erhalten; bei dem Olivin ist es neben der Erzausscheidung zur Bildung von schwach grüner, teils stark, teils schwach polarisierender Substanz gekommen. Auch Umwandlung in Pilit wurde hier am Olivin beobachtet.

Besprechungen.

R. F. Scharff: Distribution and Origin of Life in America. London 1911. (Fortsetzung.)

Kap. VII. Das Kontinentalbecken.

Das amerikanische Pferd ist schon in prähistorischer Zeit, vielleicht durch eine Epidemie, ausgestorben. Verwandte kennt man seit dem frühen Eocän. Es sind ca. 120 amerikanische Pferdcarten bekannt. Trotzdem lassen sich keine wirklichen Stammbäume entwerfen.

Im Miocän und Pliocän des Kontinentalbeckens erkennt man verschiedene Einwanderungen aus Südamerika. Noch im Pleistocän finden sich zahlreiche große Pflanzenfresser und Raubtiere, die einen reichen Pflanzenwuchs und sicher kein sehr kaltes Klima voraussetzten. Für dieses scheint jedoch das Auftreten der 3 Gattungen *Rangifer*, *Boötherium* und *Symbos* zu sprechen. Die beiden letzteren sind mit *Ovibos* verwandt, es läßt sich aber wahrscheinlich machen, daß dieser erst nachträglich an ein kaltes Klima angepaßt ist.

Die Verbreitung des Renntieres wird an der Hand einer Karte besprochen. Ein großer Teil des ursprünglichen Wohngebietes wäre nach Scharff im Pleistocän vom Meer bedeckt gewesen, wodurch einzelne Herden nach S verdrängt wurden. Renntiere können ein warmes Klima ertragen und lebten noch im 12. Jahrhundert in Schottland. Sie waren im südlicheren Teil von Nordamerika stets sehr selten, denn ihre Reste sind äußerst spärlich.

Tierleben und Klima des Diluviums glichen mehr als die gegenwärtigen den Verhältnissen des Tertiärs. Erst mit dem Übergang zum Holocän wurden in vielen Gegenden die Wärme und Feuchtigkeit liebenden Tiere verdrängt.

Helicina occulta, die zu einer ausgesprochen wärmeliebenden Gruppe von Landschnecken gehört, lebt heute nur in einzelnen Kolonien in den Vereinigten Staaten, war aber im Pleistocän außerordentlich häufig.

Die Stabheuschrecken (Phasmidae) sind ebenfalls echt südliche Formen. Eine einzige Art, die bis in das südliche Kanada vordringt, erscheint als ein Relikt aus dem Tertiär.

Die Süßwasserfauna des Mississippi.

Die Verteilung der Süßwassermuscheln ist offenbar nicht wesentlich durch zufällige Transportmittel beeinflußt. Sie gehören sämtlich zu den Unionidae, die schon in den Laramie-Schichten sehr reich vertreten sind. Einzelne Arten der Oberkreide sind mit rezenten identisch. Nordamerika zerfiel damals in eine östliche und eine westliche Landmasse. Mit der letzteren dürften Teile von Südamerika verbunden gewesen sein.

Die Appalachien bilden in der Verbreitung der Süßwassermuscheln eine sehr scharfe Grenze. Auch die Fauna von Südamerika und des südlichen Mexiko ist von der des Mississippi sehr verschieden. Sehr arm an Süßwassermuscheln ist der pazifische Abfall Nordamerikas.

Am Beispiel des Tennesseeflusses wird gezeigt, wie die physische

Geographie und die Tiergeographie unabhängig voneinander zur gleichen Rekonstruktion eines alten Flußlaufes gelangen.

Unter den Fischen des Mississippi-Gebietes sind zwei sehr altertümliche Typen zu nennen, *Amia* und *Lepidosteus*. Fossil kommen sie auch in Europa vor.

Kap. VIII. Die südöstlichen Staaten.

Die Flora nimmt gegen S einen tropischen Charakter an. Die Pflanzen von Florida weisen Beziehungen zu Westindien und Mexiko auf.

Shaler schließt aus den submarinen Süßwasserquellen an der Küste von Florida, daß das Land früher höher lag. Nach Spencer lassen die untergetauchten Täler von Florida erkennen, daß das Land im unteren Pleistocän um 8—12000 Fuß höher stand als heute! Im Oberpleistocän war es aber großenteils vom Meere bedeckt. Dall, Hill und Matthew sind zur Überzeugung gekommen, daß im Oligocän Florida, die Großen Antillen und Mittelamerika ein zusammenhängendes Festland gebildet haben. Es scheint also wahrscheinlich, daß ein Teil der tropischen Florenelemente Floridas auf dem direkten Landweg von den Antillen eingewandert ist.

Eine Diluvialablagerung in Nordkarolina enthält Pflanzen, die eher auf ein etwas wärmeres Klima als heute schließen lassen. In demselben Sinn läßt sich das nördlichere Vordringen von *Taxodium distichum* deuten.

Auch die Fauna von Südflorida zeigt einen ausgesprochenen tropischen Einschlag. Es werden zunächst eine größere Zahl von Amphibien und Reptilien besprochen. Unter ihnen sind besonders erwähnenswert:

Ophisaurus ventralis, der einen sehr nahen Verwandten in den Mittelmeerländern, einen anderen im Himalaja und in Burma hat.

Alligator. Eine Art in den südöstlichen Staaten, eine in China. Die verwandte Gattung *Diplocynodon* tritt im Alttertiär von Amerika und Europa auf.

Crocodilus lebt in Westindien, dem nördlichen Südamerika, Zentralamerika und Florida. Fossil kommt es schon seit dem Alttertiär in Amerika vor. Es ist offenbar über ein atlantisches Festland von der Alten Welt eingewandert.

Unter den Säugetieren von Florida sind keine sicher westindischen Formen.

Didelphys marsupialis. Oft werden 2 Arten unterschieden, deren Trennung aber sehr zweifelhaft ist. Nach Lydekker wäre die Heimat der Gattung im südöstlichen Asien zu vermuten.

Im ganzen überwiegen unter den Wirbeltieren Floridas weitaus die nordamerikanischen Elemente. Sie scheinen die tropischen allmählich zurückzudrängen.

Die Insekten weisen sehr deutliche Beziehungen zu den Antillen auf (Orthopteren, Käfer, Neuropteren, Schmetterlinge). Die Käfergattung *Rhopalomesites* kommt auch in Südosteuropa vor.

Von den Isopoden tritt *Tylos latreilli* in Südosteuropa, Afrika, Florida und Bermuda auf.

Auch unter den Skorpionen und Landmollusken gibt es zweifellos Einwanderer aus dem S.

Scharff möchte alle diese Formen von einer Landmasse herleiten, zu der die Großen Antillen, Teile von Mexiko und Südflorida gehörten. Die Einwanderung könnte schon ziemlich alt sein.

Man erkennt im südlichen Nordamerika 2 Ausstrahlungspunkte von Tieren, einen östlichen und einen westlichen. Der letztere ist weitaus bedeutender.

Die Fauna der Bermuda-Inseln.

Es handelt sich um eine Gruppe von etwa 100 kleinen Inseln. Sie besteht nur aus verfestigtem, vom Wind aufgehäuftem Kalksand und aus Terra rossa und wird von Korallen umgeben. In 46 Fuß Tiefe findet sich eine Schicht von Torf und roter Erde mit aufrechten Baumstämmen. Darunter liegt wieder Muschelsand. Ganz ähnlich ist der Bau der Bahama-Inseln.

Verril meint, daß Bermuda auf einem riesigen alten Vulkan von ursprünglich etwa 15000 Fuß Höhe steht, der in der Trias tätig war.

Der Golfstrom floß im Untertertiär zwischen dem südlichen Florida und dem Festland. Es wurden durch ihn tropische Mollusken bis New Jersey geführt. Der Golf von Mexiko, der auch Teile des Festlandes bedeckte, war gegen O durch ein Land abgeschlossen, das außer Bermuda auch die Großen Antillen, den Süden von Florida und Teile von Zentralamerika umfaßte. Im Miocän scheint eine Senkung stattgefunden zu haben die durch das Einwandern nordatlantischer Formen in den Golf von Mexiko angedeutet wird.

Die Pflanzen der Bermudas zeigen sowohl Beziehungen zu den Antillen als zu Florida.

Die Vögel, Eidechsen, Orthopteren und Myriapoden weisen mehr oder weniger zahlreiche, der Gruppe eigentümliche Arten auf. Bei den Isopoden ist ein europäischer Einschlag besonders deutlich. Mehrere Arten sind identisch. *Actoniscus ellipticus* deutet durch seine Verbreitung eine Landverbindung mit den nordöstlichen Staaten an.

Bezüglich der Schnecken wendet sich Verf. wieder gegen die Annahme einer zufälligen Einschleppung. *Helicina* ist wahrscheinlich im Oligocän eingewandert. *Thysanophora* dürfte von den Antillen stammen. *Rumina decollata* dagegen zweifellos aus den Mittelmeerländern. Die Süßwasserschnecken von Bermuda sind sämtlich eigentümlich.

Die ursprüngliche Bevölkerung von Bermuda zeigt also Beziehungen zu den nordöstlichen und südöstlichen Staaten, zu Westindien und Südeuropa.

Kap. IX. Das südwestliche Nordamerika.

Diese Region umfaßt die ganzen westlichen Staaten mit Ausschluß des Felsengebirges. Die große Ausdehnung von Wüsten in diesem Gebiet scheint eine neue Erscheinung zu sein, während früher ein reicherer Pflanzenwuchs herrschte.

Die faunistischen Unterschiede zwischen den östlichen und westlichen Staaten sind sehr groß, verschwinden aber etwas, wenn man Mexiko mit zu der betrachteten Region zieht.

Gegen Ende des Mesozoikums lag im westlichen Nordamerika eine lange, nord-südlich gestreckte Landmasse. Mexiko reichte mehr nach W

als heute. Es war durch Land mit dem W von Kalifornien verbunden. Es bildete zuerst Mexiko. dann Westkalifornien die Eintrittsstelle für neue Landtiere. Da das westliche Mexiko und das südliche Kalifornien im Tertiär meist Land waren, sind hier viele altertümliche Formen erhalten. Im Gebiet des Lerma-Flusses im südwestlichen Mexiko kennt man 49 Arten von Süßwasserfischen, die sämtlich eigentümlich sind. Sie gehören zu 16 Gattungen, von denen nur 6 auch anderswo vorkommen. Diese Verhältnisse zeigen, wie wenig Süßwasserfische zufällig verbreitet werden.

Die faunistische Verwandtschaft der südwestlichen Staaten mit Europa.

Eine Verbindung über die Beringstraße ist deshalb nicht wahrscheinlich, weil bestimmte Gruppen ein asiatisches, andere ein westeuropäisches Gepräge zeigen. — Scharff ist in Übereinstimmung mit Ihering und im Gegensatz zu Pilsbry der Überzeugung, daß die südwestamerikanischen Heliciden mit den europäischen eng verwandt sind. Arionidae finden sich in größerer Menge nur in den südwestlichen Staaten und im westlichen Europa. *Amalia gagates* lebt auf verschiedenen Inseln des Mittelmeeres und des Atlantischen Ozeans. Eine vielleicht identische Art, *Am. hewstoni,* ist im westlichen Nordamerika weit verbreitet. Im östlichen Nordamerika findet sich die Art nur in dem schon erwähnten Küstenstreifen mit europäischen Einwanderern. Die Verbreitung erfolgte nach Simroth über eine atlantische Landbrücke.

Die Schmetterlinge Kaliforniens zeigen engere Beziehungen zu denen von Europa als die der östlichen Staaten. Fast alle Gattungen und viele Arten sind gemeinsam.

Käfer: Die Eleonidae finden sich in Nordamerika hauptsächlich im SW. Ein zweites Verbreitungszentrum liegt in Südosteuropa.

Die Ameisen zeigen in vielen Gattungen unzweifelhafte europäische Beziehungen. Auch mehrere Arten, wie *Stenamma westwoodi, Formica cinerea* und *F. rufibarbis* sind identisch.

Myriapoden: *Theatops* kommt nur in Nordamerika und Südeuropa vor. Eine Art ist identisch.

Palpigradi: *Koenenia* weist auf nahe geographische Beziehungen zwischen Südeuropa und dem südwestlichen Nordamerika.

Decapoda: *Potamobius* hat seine Urheimat in den südwestlichen Staaten oder in Europa. Die Wanderung erfolgte über die atlantische Landbrücke. Auf den Westindischen Inseln scheint nachträgliches Aussterben infolge starker Meerestransgression eingetreten zu sein.

Amphibien: *Scaphiopus* zeigt die nächsten Beziehungen zum europäischen *Pelobates.* Eine Art kommt auf Martha's Vineyard Island vor, das einen Teil einer östlichen Landmasse bildete, die mit der mittelatlantischen Landbrücke verbunden war. Die Discoglossidae sind wahrscheinlich im Mesozoicum von Südeuropa ausgegangen.

Reptilia: *Spelerpes.* Verbreitungszentrum in Mexiko, eine Art in Europa. Boidae dringen nur an zwei Stellen in gemäßigte Länder ein. in Südosteuropa und in den südwestlichen Staaten. Die beiden Gattungen sind nahe miteinander verwandt. Nahe verwandte Arten von *Clemmys* treten in den südwestlichen Staaten und in Südwesteuropa auf.

Mammalia: Die Gattung *Arvicola* = *Microtus* wäre nach Tullberg erst im Pliocän von Asien nach Europa eingewandert. Die Beziehungen zwischen Amerika und Europa sind besonders bei der Untergattung *Pitymys* auffallend.

Die Kapregion von Kalifornien.

Die Halbinsel Kalifornien ist teilweise Wüste, dagegen ist der südlichste Teil wasserreicher. Während der Norden sich faunistisch ganz dem Festland anschließt, zeigt der Süden einen wesentlich anderen Charakter. Die Pflanzenwelt ist subtropisch, mit vielen westindischen Arten, aber auch einigen eigentümlichen Gattungen.

Verschiedene Reptilgruppen zeigen nahe Beziehungen zu Mexiko.

Der Süßwasser-Oligochaete *Kerria* kommt in Südkalifornien, im südlichen Südamerika und in Westindien vor.

Von der Landschneckengattung *Bulimulus* sind etwa 20 Arten der Kapregion eigentümlich. Auf dem Festland von Kalifornien kommt sie nicht vor. Die Hauptmenge der Arten wohnt in Westindien. Von hier sind sie wahrscheinlich über eine alte Landmasse nach dem östlichen Südamerika eingewandert. Ein anderer Zweig kam auf die Galapagos-Inseln, ein dritter gelangte, und zwar offenbar von W. nach dem pazifischen Südamerika, ein vierter endlich direkt über Mexiko nach Südkalifornien.

Verf. gelangt zu der Vorstellung, daß Westindien im älteren Mesozoicum eine große, zusammenhängende Landmasse bildete, welche mit Brasilien verbunden war. Eine Landbrücke erstreckte sich westwärts über Zentralamerika zu einem ostpazifischen Kontinent, von dem nur geringe Teile heute dem Festland angehören.

An der Küste des südlichen Kalifornien liegen 8 Inseln. Nur auf St. Catalina und an einer Stelle im südöstlichen Kalifornien tritt die Pflanze *Crossosoma* auf, die eine besondere Ordnung vertritt. St. Cruz hat 48 Pflanzenarten, die auf dem gegenüberliegenden Festland nicht vorkommen. Einige Pflanzengattungen scheinen erst von diesen Inseln auf das Festland gewandert zu sein. Einige eigentümliche Arten gehören zu Gattungen mit asiatischer oder australischer Verwandtschaft.

Die faunistischen Beziehungen der amerikanischen Tertiärfaunen.

Die paleocänen Faunen von Neumexiko, Patagonien und Frankreich zeigen nach Depéret und Osborn solche Beziehungen, daß eine direkte Landverbindung angenommen werden muß. In den Wasatch-Schichten treten viele moderne Typen neu auf, wie die echten Raubtiere, Huftiere, Nagetiere, Primaten. Im weiteren Verlauf des Eocän erlöschen allmählich die archaischen Formen. Die nordamerikanische Fauna bekommt ein mehr selbständiges Gepräge. Es ist nicht unbedingt nötig, daß die Landbrücke nach Europa durch Meer unterbrochen war, es können auch andere Verbreitungshindernisse (dichte Wälder, Wüsten, vulkanische Eruptionen) eingetreten sein. Im Oligocän sind die Beziehungen zu Europa wieder eng. Die Affen verschwinden aus Nordamerika. Erstes Auftreten der Rhinocerotiden und Didelphyiden. Im Mittelmiocän zeigt sich eine neue Einwanderung, darunter verschiedene Typen, die in Europa schon im Untermiocän

vorkommen. Erstes Eintreffen der Elephanten. Auch im Pliocän gibt es wieder europäische Einwanderer. In diese Zeit fällt auch eine deutliche südamerikanische Einwanderung. In das Oberpliocän möchte SCHARFF das Eindringen der modernen nordamerikanischen Tiertypen über die Beringstraße verlegen.

Kap. X. Die Fauna von Zentralamerika.

Große Teile dieses Gebietes bestehen erst seit kurzer Zeit. Es ist wegen seines tropischen Klimas hauptsächlich von S her bevölkert worden und bildet ein Gebiet der Faunenmischung. Die in Zentralamerika vorhandenen nordischen Gattungen und Arten sind alle unzusammenhängend verbreitet. Es scheint, daß diese Formen gegenwärtig von den dem Klima besser angepaßten südlichen verdrängt werden. Sie dürften sehr alt sein. Ein Austausch von Tieren zwischen den beiden Amerika fand schon lange vor Existenz des heutigen Isthmus statt. Die Fauna des nördlichen Südamerika hat sehr wenig Ähnlichkeit mit der nordamerikanischen, mehr aber die des südlichen Südamerika. WALLACE erklärte dies durch Einwanderung entlang der Bergketten von Zentralamerika während der Eiszeit. Diese Ansicht ist aber nicht haltbar, schon deshalb, weil die südamerikanischen Formen von den nordamerikanischen Verwandten meist artlich, oft sogar generisch verschieden sind.

Grundzüge der Geologie Zentralamerikas.

Die Grundlage des Gebirges besteht aus Granit. Dieser scheint schon in vortertiärer Zeit eine Reihe von ost-westlichen Zügen aus der Gegend von Trinidad bis gegen Acapulco in Mexiko zusammengesetzt zu haben. Sie bildeten zusammen mit den Antillen eine besondere Landeinheit. Gegen Ende des Mesozoicums begannen Teile des Antillenkontinents zu sinken und die vulkanische Tätigkeit erwachte. Im Eocän bestand schon eine Transgression in Zentralamerika, die im Oligocän noch zunahm. Die Untersuchung verschiedener jungtertiärer Marinfaunen hat ergeben, daß Zentralamerika damals von einem ziemlich tiefen Meer bedeckt war, das den Atlantischen und Stillen Ozean verband.

Biologische Argumente für das Alter des Isthmus.

Die lebenden Meerestiere auf beiden Seiten von Zentralamerika sind sehr verschieden und würden für ein ziemlich langes Bestehen des Isthmus sprechen. Von den Fischarten sind nur 6 % den beiden Küsten gemeinsam. Die Gattungen aber sind sehr übereinstimmend. Viel mehr Ähnlichkeit als bei den höheren Tieren besteht bei den Medusen. Die meisten Autoren kommen zu dem Resultat, daß seit dem Miocän keine Meeresverbindung mehr bestanden haben kann. Die Wanderung der Meerestiere scheint ganz vorwiegend vom Atlantischen gegen den Stillen Ozean erfolgt zu sein, vielleicht infolge einer starken Strömung.

Ein weiterer Anhaltspunkt zur Beurteilung des Alters des Isthmus ist das Eindringen südamerikanischer Formen im Tertiär von Nordamerika. Nach der schon erwähnten Verbindung im unteren Eocän wird eine lange Trennung angenommen. Erst im Mittelpliocän erscheinen wieder Gravigraden.

Nach allen diesen Beweisen scheint es also ziemlich sicher, daß das heutige Zentralamerika sich ungefähr am Beginn des Pliocän zusammen-

geschlossen hat. Wahrscheinlich bildete sich zuerst der Isthmus von Panama, dann erst der von Tehuantepec.

Die Süßwasserfische Zentralamerikas sind ziemlich artenarm. Südlich des Isthmus von Tehuantepec sind sie rein südamerikanisch. Die nordamerikanische Fauna ist davon ganz verschieden.

Die Vögel von Zentralamerika haben einen südamerikanischen Charakter mit wenigen endemischen Formen.

Die amerikanischen Affen haben ihr Verbreitungszentrum in Brasilien, einige sind aber schon bis in das östliche Mexiko vorgedrungen.

Die Insekten Zentralamerikas sind echt südamerikanisch.

Die ältere, westliche Landverbindung.

Xenarthra finden sich nicht nur im Pliocän, sondern auch im Mittel- oder Untermiocän von Oregon. Auch in den Puerco-Schichten zeigt sich ein südamerikanischer Einschlag und in den Bridger-Schichten (Mittelcocän) wurde ein echtes Gürteltier gefunden. Die ursprüngliche Heimat der Xenarthra scheint das südliche Südamerika zu sein.

Chrysochloridae. Heute nur in Afrika, fossil aber in den Santa Cruz-Schichten von Südamerika *(Necrolestes)* und auch im nordamerikanischen Tertiär *(Xenotherium, Arctoryctes)*.

Scharff glaubt, daß westlich vom heutigen Isthmus ein Land bestand, und daß das zentralamerikanische Tertiärmeer nur Buchten in diesem Land bildet, welches Zentralamerika mit dem südlichen Südamerika verband. Auf dieses ältere Land lassen sich die Procyonidae zurückführen. Sie leben mit wenigen Ausnahmen nur an der pazifischen Seite von Amerika. Die Verbreitung ist sehr unzusammenhängend. Auch unter den Reptilien scheinen verschiedene sehr alte Gruppen dort ihre Heimat gehabt zu haben, so die Dermatemydidae, Chelydridae und Typhlopsidae; von den Amphibien die Coeciliidae, die in Indien, auf den Seychellen, in Ostafrika, Westafrika, Süd- und Zentralamerika auftreten. Sie sind in Amerika von S ausgegangen. Die Einwanderung nach Zentralamerika geschah sicher nicht über den heutigen Isthmus.

Die Gattung *Unio* scheint im Mesozoicum von Nordamerika ausgegangen und von W her in Südamerika eingewandert zu sein. Im östlichen Südamerika kommen auch andere Süßwassermuscheln vor, in Zentralamerika und westlich von den Anden nur *Unio* allein.

Die Potamonidae (Süßwasserkrabben) sind von S nach Zentralamerika eingedrungen. Sie leben in Südasien, Südeuropa, Afrika, Süd- und Zentralamerika. Die Wanderung ging wahrscheinlich vom östlichen Südamerika aus, also genau umgekehrt wie bei *Unio*. Sie muß schon sehr lange erfolgt sein, da die Familie noch von W her die Antillen erreichte.

Von den Landschnecken weisen besonders die Cyclophoridae durch ihre komplizierte Verbreitung auf eine alte Landmasse hin, die mit Südamerika und den Antillen in Verbindung stand.

Beziehungen der Fauna zu Europa.

Sie sind nicht sehr auffallend, aber immerhin vorhanden. Eine Unterfamilie der Cyclophoridae, die Diplommatininae, ist hauptsächlich in Südasien, auf den Inseln des Stillen Ozeans und in Australien verbreitet. Nur

die eine Gattung *Adelopoma* tritt in Amerika auf. Sie ist hier weit und sehr unregelmäßig verbreitet, offenbar sehr alt. Die Art von Guatemala, *Ad. stolli*, unterscheidet sich kaum von der im schlesischen Miocän vorkommenden *Ad. martensi*. Die Milben von Zentralamerika weisen dieselben Gattungen auf wie die von Europa. Sogar einige Arten sind identisch. Einige sind auch aus dem baltischen Bernstein bekannt.

Die Flora von Mittelamerika.

Sie scheint im ganzen viel älter zu sein als die Fauna. Eine große Anzahl von Baumgattungen kommt in den östlichen Vereinigten Staaten und im südlichen Mexiko vor, nicht aber im westlichen Nordamerika. Sogar einzelne Arten dieser beiden Gebiete sind identisch. Einige Gattungen sind auch aus dem europäischen Tertiär bekannt. Manche Gruppen, die im allgemeinen nordisch sind, kommen in Mexiko und im südlichen Südamerika vor. Ähnlich verhalten sich auch einige echt südliche Pflanzen.

Im nördlichen Mexiko liegt das Zentrum einer xerophilen Flora, die sich von hier ausgebreitet hat. Im südlichen Mexiko und in Guatemala treffen wir eine sehr artenreiche Mischflora. Südlich davon herrscht schon ganz die amerikanisch-tropische Flora. Diese Pflanzen zeigen mehr Beziehungen zum östlichen Südamerika als zu Westindien.

Kap. XI. Die Westindischen Inseln.

Die Fauna ist von der nord- und südamerikanischen sehr auffallend verschieden, sehr arm an höheren Tieren. Dagegen sind manche niedere Gruppen, wie die Landschnecken, sehr artenreich.

Geologische Geschichte nach Hill.

Im Jura lag die Grenze zwischen Atlantischem und Stillem Ozean, wie aus der fossilen Fauna hervorgeht, östlich von Cuba, etwa zwischen Florida und dem östlichen Südamerika. In der Unterkreide drang der Atlantische Ozean in das Caraibische Meer ein. Zu einer Zeit des Alttertiärs waren die Großen Antillen mit Ausnahme der höchsten Gipfel vollständig vom Meer bedeckt. Dann bildete sich wieder eine zusammenhängende Landmasse, die im jüngeren Tertiär allmählich zerfiel. Zuletzt trat wieder eine teilweise Hebung ein. Im Prinzip ähnlich, wenn auch in manchen Details verschieden, sind die Ergebnisse von Schuchert und Gregory.

Tiergeographische Anhaltspunkte für die Geschichte der Antillen.

Die Säugetiere umfassen sehr alte und auch neuere Typen, sind im ganzen aber von den Arten des Festlandes sehr verschieden.

Solenodon (Insektenfresser) hat die nächsten Beziehungen zu den Centetiden von Madagaskar. Die Einwanderung erfolgte wahrscheinlich von Afrika über eine südatlantische Landbrücke und über Südamerika. Da Madagaskar schon im Eocän abgetrennt wurde, muß die Gruppe sehr alt sein.

Capromys (Nagetier). Nach der Verbreitung der lebenden und fossilen Verwandten erfolgte die Einwanderung wahrscheinlich von Südamerika über Zentralamerika.

Auf einigen der Kleinen Antillen lebt *Didelphys marsupialis*. Dies spricht für eine alte Landverbindung mit Venezuela.

Oryzomys (Nagetier). Verbreitung: Südamerika, Trinidad, Kleine

Antillen, Jamaica. Wahrscheinlich erfolgten zwei selbständige Einwanderungen, eine von S, eine von W.

Auf Cuba gibt es verschiedene große fossile Säugetiere, wie *Megalocnus cubensis* (Xenarthra) und große Nagetiere. Auf Anguilla lebte *Amblyrhiza*, ein Nagetier, das wohl mit *Castoroides* aus dem Pleistocän von Nordamerika verwandt ist. Man hat aus diesen Vorkommnissen geschlossen, daß die Antillen im Pleistocän eine Landbrücke zwischen Nord- und Südamerika bildeten. Dies wird aber durch die ganze Fauna ausgeschlossen. Die großen Säugetiere stammen wahrscheinlich aus Zentralamerika, das aber zur Zeit ihrer Einwanderung von den beiden Kontinenten getrennt war. Nach Zentralamerika sind sie wahrscheinlich vom pazifischen Kontinentalstreifen aus gelangt.

Nach Gadow, der die Amphibien und Reptilien zum Ausgangspunkt nimmt, waren die Antillen seit der Kreide mit Nord- und Südamerika nicht verbunden. Nur im Miocän bestand eine Verbindung mit Südflorida, das damals aber selbst isoliert war, und mit Zentralamerika. Steyneger hat gezeigt, daß einige Gattungen eine südamerikanische Verwandtschaft haben. Barbour findet unter den Amphibien und Reptilien von Jamaica nahe Beziehungen zu Zentralamerika und Haiti, viel weniger zu Cuba. Das Fehlen mancher Gattungen, wie *Bufo* und *Amphisbaena*, spricht für eine frühzeitige Isolierung.

Einige Fische, wie *Heros, Agonostomus, Lepidosteus, Symbranchus*, können nur durch kontinuierliche Süßwasserverbindung eingewandert sein. Die Fische von Cuba haben mehr Ähnlichkeit mit denen Mexikos als mit denen Floridas.

Die fliegenden Insekten gehorchen genau denselben Verbreitungsgesetzen wie die anderen Tiere, ein Beweis, eine wie geringe Rolle die zufällige Verbreitung spielt. Verschiedene Gattungen von Neuropteren, die in Süd- und Nordamerika vorkommen, fehlen auf den Antillen, sind also nicht über sie gewandert. Die große Mehrzahl der Gattungen ist südamerikanisch, nur zwei sind auf Westindien beschränkt. Auf den Kleinen Antillen leben einige südamerikanische Arten, die auf den Großen fehlen.

Krebse: Die westcubanische Art von *Cambarus* ist am nächsten mit der mexikanischen verwandt. *Pseudothelphusa*, eine Süßwasserkrabbe, hat in Westindien 3 Arten. Zwei davon kommen auch in Mexiko vor. Eine besondere Art lebt auf den Kleinen Antillen. Sie ist nahe mit einer aus Venezuela verwandt. *Epilobocera* lebt nur auf den Großen Antillen. Ortmann glaubt, daß zuerst am Ende der Kreide *Epilobocera* eingewandert ist. Am Anfang des Tertiär folgte dann wahrscheinlich *Cambarus cubensis*.

Die Landschnecken sind von denen der Kontinente sehr verschieden, was wieder für die geringe Wirksamkeit der Verschleppung spricht. Fast alle Arten sind nur auf eine einzige Insel beschränkt, während die Gattungen meist weiter reichen. Simpson und Pilsbry, die die Landschnecken studiert haben, stimmen im ganzen darin überein, daß zuerst eine große Landmasse bestand, die aber zu einer gewissen Zeit bis auf die Gipfel der Berge vom Meer überflutet war.

Es werden nun eine große Zahl einzelner Gattungen besprochen, von denen hier nur wenige genannt werden können:

Plectocyclotus. 32 Arten auf Jamaica, 1 auf Portorico.

Crocidopoma. Nur auf Haiti, Jamaica und im östlichen Cuba. Dies beweist die frühere Selbständigkeit des westlichen Cuba und zugleich die langsame Verbreitung der Landmollusken.

Tomocyclus. Westcuba, Mexiko, Guatemala. Deutet auf eine sehr alte Landverbindung zwischen Zentralamerika und Westcuba.

Plekocheilus. Im nördlichen und westlichen Südamerika, nur 1 Art auf St. Vincent und St. Lucia als Zeichen einer alten, direkten Landverbindung.

Bulimulus americanus aus dem Oligocän von Florida ist so gut wie identisch mit dem rezenten *B. ridleyi* von Fernando de Noronha.

Wir sehen in Westindien eine sehr alte Schneckenfauna, die eine entfernte Verwandtschaft mit Zentralamerika und dem nördlichen Südamerika zeigt.

Europäische Verwandtschaften der Antillenfauna.

Die europäische Tertiärflora hat einen amerikanischen Typus. Es scheint danach, daß eine Landbrücke bis ins Miocän bestand. Die westindischen Gattungen *Boltenia, Strobilus, Pleurodonte* kommen im schlesischen Miocän vor.

Die Landschnecke *Glandina* hat ihre Hauptverbreitung auf den Antillen. Eine Art lebt in den Mittelmeerländern vom Kaukasus bis Algier, ist also sicher nicht frisch eingeschleppt. Im französischen und englischen Alttertiär findet man einige Spezies, die mit lebenden westindischen fast identisch sind.

Clausilia lebt in Europa (seit der Kreide), in Westindien und im südlichen Nordamerika, fehlt aber im nördlichen Asien und Nordamerika.

Rumina decollata (Bulimulidae) lebt heute in Cuba, fossil kennt man sie seit dem Oligocän in der Mediterranregion.

Eine auffallende Verwandtschaft zeigen auch die fossilen Mollusken und die rezenten Seeigel des Mittelmeeres und Westindiens. Die fossilen Korallen der Barbados führten Guppy zu der Überzeugung, daß die westindische Fauna mediterran ist und keinen pazifischen Einfluß erfahren hat. Diese Fauna kann nicht nördlich um den Atlantischen Ozean herumgewandert sein, da sie im Miocän der nördlichen Gebiete fehlt.

Die Gattung *Trichechus (Manatus)* kommt im Caraibischen Meer, im Orinoco und Amazonas und in Westafrika vor. Diese Tiere können das offene Meer absolut nicht überschreiten. Also muß eine Landbrücke, und zwar höchstwahrscheinlich eine mittelatlantische, bestanden haben. *Prorastomus,* der Vorfahre von *Trichechus,* kommt im Eocän von Jamaica und Italien vor, doch steht die Verwandtschaft der beiden Arten noch nicht genügend fest, um auf eine eocäne Landverbindung zu schließen.

Die Robben des Atlantischen Ozeans gehören ausschließlich zu den Gattungen *Halichoerus* und *Phoca. Monachus* kommt nur im Mittelmeer und in der Antillenregion vor. *M. albiventer* tritt auch auf Madeira und den Canarischen Inseln auf, was für die Lage der Landbrücke wichtig ist.

Die Anguidae (Blindschleichen) leben in Amerika und Europa, viele auf den Antillen. Die Urheimat der Familie scheint Westindien zu sein.

Es bestand also sicher eine Landbrücke zwischen den Mittelmeer-

ländern und Westindien. Diese Vorstellung widerspricht offenbar der Lehre von der Konstanz der Meere und Kontinente.. Die Beweise für diese sind folgende:

1. Die große Tiefe der Ozeane überhaupt.

2. Das Fehlen paläozoischer oder mesozoischer Sedimente auf echt ozeanischen Inseln.

3. Das Fehlen echter Tiefseesedimente auf dem Festland.

4. Die Menge von Na in den Ozeanen entspricht ungefähr dem, was aus den Erstarrungsgesteinen der heutigen Kontinente ausgelaugt werden konnte. Es können daher keine anderen Kontinente vorhanden gewesen sein.

Dagegen läßt sich nun folgendes einwenden:

1. Wir wissen, daß seit dem Pliocän sehr bedeutende Senkungen eingetreten sind (östliches Mittelmeer).

2. Wenn Afrika südlich des Atlas um 2000 Faden sinken würde, würden nur vulkanische Gesteine aus dem Meer hervorragen. Auch in vielen anderen Teilen der Erde sind die höchsten Berge vulkanisch. Auch sind auf verschiedenen ozeanischen Inseln archaische Gesteine nachgewiesen worden, so auf den Salomon-Inseln, Neu-Hebriden, Neu-Caledonien, Marquesas-Inseln.

3. Echte Tiefseegesteine finden sich auf Barbados und Cuba.

4. Der Na-Gehalt des Meeres ist wahrscheinlich überhaupt großenteils primär.

Die Geschichte der Westindischen Inseln wäre nach Scharff zusammenfassend etwa die folgende: In der Oberkreide war das nördliche Südamerika und Yukatan vom Meer bedeckt, ebenso die Antillen, höchstens mit Ausnahme der höchsten Gipfel. Guatemala und Honduras lagen trocken und waren durch Land mit dem westlichen Mexiko und dem westlichen Südamerika verbunden. Im Beginn des Tertiär wurde Cuba mit Mexiko verbunden. Im Oligocän fand wahrscheinlich wieder eine starke Einengung des Landes statt, im Miocän eine Hebung und Verbindung der Großen Antillen miteinander. Jamaica war mit Guatemala verbunden, Cuba mit Mexiko. Frühzeitig wurde Jamaica von Haiti getrennt. Yucatan war im Miocän vom Meer bedeckt und im Pliocän vielleicht vorübergehend mit dem westlichen Cuba verbunden. Damals wanderten einige größere südamerikanische Tiere ein. Zentralamerika war während des Bestandes dieser Landbrücke von den beiden Hauptkontinenten isoliert. Die Kleinen Antillen waren zeitweilig für sich mit Südamerika verbunden.

(Schluß folgt.)

Personalia.

Gestorben: Am 20. Oktober d. J. Geheimer Oberbergrat Dr. **Richard Lepsius**, ord. Professor der Geologie und Mineralogie an der Technischen Hochschule in Darmstadt und Direktor der Großh. Hessischen Geologischen Landesanstalt, im Alter von 64 Jahren.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Notiz „Zur Demonstration der Bimssteinbildung“.

Von **M. Goldschlag** in Wien.

Die schöne Notiz von K. Endell in dies. Centralbl. 1915. p. 69—72 veranlaßt mich zur Veröffentlichung nachstehender Bemerkung, die nur als ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte unserer petrographischen Begriffe gedacht ist.

Man tut A. Brun unrecht, wenn man ihm die Entdeckung der Tatsache zuschreibt, daß Obsidian in der Glühhitze schaumig wird und in Bimsstein übergeht. Diese Erscheinung war bereits A. v. Humboldt[1] bekannt. Er beobachtete schon, daß je nach dem Fundorte die Fähigkeit des Aufblähens der Obsidiane einen verschiedenen Grad aufweist.

Waren die Beobachtungen A. v. Humboldt's mehr qualitativer Natur, so sind die Angaben Hermann Abich's[2] — eines bis jetzt leider zu wenig beachteten Forschers — bereits mehr quantitativ gedacht. Abich hat sogar einen Schmelzapparat beschrieben[3], der die „unausgesetzte Beobachtung .... dieses eigentümlichen überaus interessanten Prozesses .... gestattet“. Durch Schmelzung gewogener Mengen von Obsidian und verglasten Trachyts untersuchte er verschiedene Vorkommen auf den Grad ihrer Bimssteinbildungsfähigkeit. Er fand, daß die Obsidiane um so eher und gründlicher in Bimsstein umgewandelt werden, je kieselsäureärmer sie sind und „je reicher an alkalische Basis mithin je phonolithähnlicher sie sind“.

Die kieselreichen Obsidiane, es sind gewöhnlich solche, die Entglasungen und Kristalliten führen (Lipari, Island, Ponza, Cerro del Quinche nördlich von Quito) schmelzen zu weißen Gläsern unter ganz schwacher Aufblähung.

Von H. Abich stammt auch die Beobachtung, daß nur ganze Stücke sich aufblähen, Pulver dagegen tut es nicht. Der Gewichts-

[1] A. v. Humboldt, Reise in den Äquinoctialgegenden. 1. p. 243.

[2] H. Abich. Über die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. Braunschweig 1841. p. 62 u. ff.

[3] H. Abich. Beiträge zur Kenntnis des Feldspats. Poggend. Ann. d. Phys. u. Chem. **50**. (d. g. Reihe **126**.). 1840. p. 125—148. — Über den Schmelzprozeß. p. 128—131. Einige Bemerkungen über den Bimsstein und Obsidian im II. Teil. Ibid. p. 341—362: speziell p. 359—360.

verlust der in Bimsstein umgewandelten Stücke betrug 0,31 %, des geglühten Pulvers 0,56 % (vergl. andere Zahlen im Original).

Durch diese Untersuchungen wurde H. Abich zu Schlüssen geführt, die auch heute vielleicht nur mit geringer Modifikation gelten können. Er sagt (l. c. p. 62):

„Beide Mineralkörper sind chemisch und physikalisch so nahe miteinander verwandt und durch ihr Vorkommen häufig schon so eng verbunden, daß eine wissenschaftliche Betrachtung, die es sich zur Aufgabe macht, ihre Natur genau zu prüfen und die wahre Stellung aufzusuchen, die ihnen in einer systematischen Reihenfolge der Gebirgsarten zukommt, sie nicht voneinander trennen darf."

„Die beiden Zustände, der schaumige und der faserig-haarförmige, entsprechen nur aber zwei natürlichen Gruppen, in welche die ganze Bimssteinfamilie geteilt werden kann" (l. c. p. 63).

Ungewöhnliche optische Eigenschaften des Muscovits in dem Mar Villa-Marmor von Cockeysville, Maryland.

Von **R. W. Clark** und **W. F. Hunt** in Ann Arbor, Michigan.

„Mar Villa" ist der Handelsname des graubraunen dolomitischen Marmors, der in den Vereinigten Staaten in großen Quantitäten bei Cockeysville, Maryland, vorkommt. Die Farbe ist nicht regelmäßig verteilt, indem hellere und dunklere Stellen miteinander wechseln. Die dunklere Farbe wird durch die Anwesenheit eines braunen Glimmers veranlaßt. Dieser Glimmer besitzt all die optischen Eigenschaften des Phlogopits, ist aber der chemischen Analyse nach Muscovit. Die folgende chemische Analyse dieses Marmors wurde von Herrn Hunt ausgeführt.

		Mol.-Verhältnis
SiO_2	3,88	0,06434
Al_2O_3	1,24	0,01213
FeO	0,32	0,00445
CaO	30,06	0,53583
MgO	20,41	0,50620
MnO	0,02	0,00028
CO_2	43,93	0.99841
FeS_2	0,06	—
Summe	99,92	

Die mikroskopische Untersuchung eines Dünnschliffes zeigt, daß dieser Marmor hauptsächlich aus einer Mosaik eines Carbonats

mit verhältnismäßig vielem faserigen Tremolit, kleinen eingesprengten Kristallen eines braunen Glimmers und einer geringen Menge von Pyrit besteht.

Die Vorkommensverhältnisse der verschiedenen Mineralbestandteile wurden in folgender Weise aus obiger chemischen Analyse berechnet. Die Menge des vorhandenen Schwefels ist 0,03 %, welche mit einer separaten Probe bestimmt wurde. Die Verbindung dieses Schwefels mit dem nötigen dreiwertigen Eisen führt zu 0,06 % Pyrit. Da der Glimmer das einzige vorhandene tonerdehaltige Mineral ist, das mikroskopisch festgestellt werden konnte, muß die gesamte Tonerde mit der nötigen Quantität von Kieselsäure verbunden werden, um das Prozentverhältnis dieses Minerals zu bestimmen. Durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure ist es möglich, wohlausgebildete Kriställchen des Glimmers zu isolieren. Die optische Untersuchung dieser Kriställchen, sowie auch des im Dünnschliff vorkommenden Glimmers, zeigt, daß dasselbe all die Eigenschaften des Phlogopits besitzt. Es ist merklich pleochroitisch, $\mathfrak{b} = \mathfrak{c}$ hellbraun, $\mathfrak{a}$ fast farblos. Der Winkel der optischen Achsen ist sehr klein, und zwar fast Null. Die Ebene der optischen Achsen liegt parallel der Symmetrieebene. Wie oben angedeutet, stimmen diese beobachteten optischen Eigenschaften gut mit denen des Phlogopits überein. Der Muscovit ist anderseits farblos und ohne Pleochroismus. Der Winkel der optischen Achsen ist bedeutend größer, und die optische Ebene steht senkrecht zu der Symmetrieebene. Jedoch vom chemischen Standpunkte ist es nötig, daß man diesen Glimmer als einen Muscovit auffaßt, in welchem das Verhältnis der Tonerde zu der Kieselsäure wie 1 zu 2 ist. Anderseits müßte dieses Verhältnis 1 zu 6 sein, wäre Phlogopit vorhanden, was nicht in Einklang mit der Analyse steht, und dies ist besonders auffallend, wenn man die nötige Menge von Kieselsäure, um die Quantität des vorhandenen und mikroskopisch beobachteten Tremolits zu berechnen, abzieht. Um die Bestimmungen des FeO, Al_2O_3 und SiO_2 sicher festzustellen, wurde eine Kontrollanalyse unter Benutzung einer 3 g schweren Probe ausgeführt; die so erhaltenen Werte stimmen mit den in der obigen Analyse angeführten Zahlen gut überein. Den chemischen Eigenschaften nach ist es daher nötig, diesen in dem Mar Villa-Marmor vorkommenden Glimmer als Muscovit aufzufassen, dessen optische Eigenschaften, und besonders die Lage der Ebene der optischen Achsen, für dieses Mineral abweichend und ungewöhnlich sind. Der Berechnung nach enthält dieses Gestein 2,27 % Muscovit. Wird jetzt das Residuum der Kieselsäure mit den nötigen Mengen CaO und MgO verbunden, so ersieht man, daß Tremolit 3,75 % dieses Marmors ausmacht. Die Residua von MgO und CaO stehen zueinander wie 1 zu 1,1 und die gesamte Menge dieser Oxyde zu CO_2 wie 1,008 zu 1, d. h. das Carbonat ist

als Normaldolomit aufzufassen, welcher 93,97 % des Gesteins ausmacht. Durch Behandlung einer 5 g schweren Probe mit verdünnter Salzsäure wurde die Menge der unlöslichen Silikate bestimmt. Dieses Verfahren zeigt, daß das Gestein aus 6,03 % solcher unlöslichen Silikate besteht, und diese Beobachtung ist in gutem Einklang mit dem berechneten Wert unter der Annahme, daß der Glimmer als Muscovit aufzufassen ist, nämlich 6,02 %. Die Alkalien wurden nicht bestimmt, da dieselben nur ca. 10 % des Muscovits ausmachen, und dieses Mineral in dem vorhandenen Gestein in einer nur 2 % großen Menge vorhanden ist, was daher zu sehr geringen Quantitäten der Alkalien führen mußte, welche nicht leicht genau zu bestimmen sind.

Die Mineralzusammensetzung des Mar Villa-Marmors ist daher die folgende:

Dolomit	93,97
Muscovit	2,27
Tremolit	3,75
Pyrit	0,06

Aus dem Vorhergehenden ist daher zu entnehmen, daß der Muscovit auch als ein Glimmer der zweiten Klasse auftreten kann, indem die Ebene der optischen Achsen parallel der Symmetrieebene ist. In anderen Beziehungen besitzt jedoch dieses Mineral die optischen Eigenschaften eines Phlogopits, was die Unterscheidung dieser zwei Mineralien sehr schwierig und ohne eine chemische Analyse sogar unmöglich macht.

Mineralogical Laboratory University of Michigan.

Kein marines Oligocän in Schwaben.

Von Dr. **W. O. Dietrich** in Berlin.

Unter dem Titel „Die Grenze des mitteloligocänen Meeres in Schwaben“ hat J. Schad[1] Ausführungen veröffentlicht, die richtiggestellt werden müssen, da sie auf einer irrigen Fossilbestimmung beruhen. Weil er in den untermiocänen (oder oberoligocänen) Süßwasserkalken am Südrand der Alb im Gebiet um Ehingen a. D. „Steinkerne von *Pholas tenuis*“ gefunden zu haben vermeint, glaubt J. Schad, das Meer zur Mitteloligocänzeit bis nördlich der Donau ausdehnen zu müssen. Ein besonders reicher Fundpunkt der

[1] Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereines. Neue Folge. 3. Heft 2. 1913. p. 22–27.

„Pholaden“, der einzigen Zeugen dieser SCHAD'schen Meerestransgression, soll sich in Allmendingen befinden. Ich hatte Gelegenheit, dort im Steinbruch der Stuttgarter Cementfabrik am linken Gehänge der Schmiechen die „Pholaden“ in den pisolithischen Sumpfkalken zusammen mit Cyclostomen und unbestimmbaren *Helix*-Steinkernen zu sammeln. Es sind keulen- oder flaschenförmige Gebilde von 6—9 mm größtem Durchmesser und 15—20 mm Länge. Daß es nicht die Ausfüllungen der Bohrgänge von *Pholas* oder sonst einer bohrenden marinen Muschel sind, geht daraus hervor, daß diese Steinkerne aus demselben kreidigen Kalk bestehen wie das umgebende Gestein. Die echten Steinkerne von Pholadenbohrlöchern bestehen aus glaukonitischem Kalksandstein und zeigen bisweilen auch noch die Muschel selbst, wie man gerade in der Ulmer Gegend, wo die Pholaden des mittelmiocänen Meeres (Helvetische Stufe) massenhaft die Weißjura-ε-Felsen angebohrt haben, leicht beobachten kann (nächstgelegener Fundort Jungingen bei Ulm). SCHAD's Schluß, daß an der Küste seines hypothetischen Meeres eben kalkig-mergelige Absätze sich gebildet haben, zeugt nicht gerade von viel sedimentgeologischer Erfahrung und braucht sowenig wie seine willkürliche Altersbestimmung als Mitteloligocän besonders widerlegt zu werden.

Als was die fraglichen Gebilde anzusprechen seien, war mir nicht klar, bis mich Herr Prof. P. OPPENHEIM, dem ich sie ohne irgendwelche Angaben vorlegte, sofort auf eine von E. SCHÜTZE gegebene Deutung hinwies. E. SCHÜTZE[1] hat ähnliche Ausfüllungen in einem Landschneckenkalkstein im Ries als Steinkerne von Nestbauten gewisser einzellebender Bienen gedeutet und ist geneigt, sie im besonderen Vertretern der Gattung *Anthophora* (*Podalirius*) zuzuschreiben. Wie Herr Prof. OPPENHEIM freundlichst mitteilte, hat er Ähnliches im Miocän von Kleinasien beobachtet. Auf die oberschwäbischen Stücke aus der Ehinger Gegend läßt sich diese Deutung ungezwungen übertragen; morphologisch steht ihr nichts im Wege, wie ich mich auch am rezenten Material im hiesigen Zoologischen Museum überzeugt habe. Allerdings ist es wohl möglich, daß auch noch andere Apiden-Gattungen als die von SCHÜTZE genannte in Betracht kommen, doch ist dies für die Richtigstellung nicht wesentlich. Auch die faziellen Verhältnisse des Vorkommens sprechen durchaus zugunsten der Deutung als Ausfüllungen von Nestern bodenbewohnender Apiden, denn es handelt sich bei diesen untermiocänen Landschneckenkalken um Absätze in flachen, reichbewachsenen Seen, worein die ziemlich widerstandsfähigen Bienen-

[1] E. SCHÜTZE, Alttertiäre Land- und Süßwasserfossilien aus der Bunten Breccie von Weilheim im Ries. p. 25. Fig. 22 und 23, in: BRANCA und FRAAS, Die Lagerungsverhältnisse Bunter Breccie an der Bahnlinie Donauwörth—Treuchtlingen usw. Abh. k. preuß. Akad. Wiss. Berlin 1907.

einzelnester so gut wie die Gehäuse der Landschnecken leichtlich geraten konnten.

Allen denen, die sich mit paläogeographischen Fragen beschäftigen, kann ich nur raten, es bei den bisherigen Grenzen des Meeres zur Stampianzeit bewenden zu lassen.

Eigenartige Ausbildung eines „Strudeltopfes“ durch schaukelnde Reibsteine.

Von **Rudolf Richter** in Frankfurt a. Main (Okt. 1915).

Mit 7 Textfiguren.

Im Herbst 1908 brachte ich aus einer nicht zugänglich gemachten Tropfsteinhöhle bei Heggen in Westfalen (unweit Attendorn) ein kleines Auswaschungsgebilde in das Marburger Institut, das auf den ersten Blick das Modell eines Strudeltopfes mit seinen Reibsteinen zu verkörpern scheint, wie es die alte Theorie eines solchen verlangte. Bei näherer Betrachtung aber zeigt sich eine nicht ohne weiteres verständliche Eigenart, die ich auf dem Sammlungszettel zu deuten versuchte. Nachdem inzwischen K. Andrée[1] auf dieses Gebilde hingewiesen hat, sei es im folgenden bekanntgegeben.

Der Boden der Höhle wurde an der betreffenden Stelle von einer über 50 cm mächtigen Kruste von reinem, grobspätigem Kalkspat gebildet, dessen Oberfläche einen dünnen Belag von braunem Höhlenlehm trug. In diese Kalkspatschicht war ein topfartiges Loch mit sehr bestimmter, fast kreisförmiger Begrenzung und einem Durchmesser von 7 cm eingedrechselt, dessen steil nach innen abfallende Wände in dem weißen Spat marmorglatt ausgeschliffen sind (Fig. 2). Der Boden dieses Loches teilt sich in zwei selbständige Sonderlöcher, zwischen denen ein oben kantig zugeschärfter, trennender Riegel stehengeblieben ist. In diesen Riegel ist an seinem Übergang in die Wand des Hauptloches eine ebenfalls selbständige Nische eingelassen. Der Boden des tiefsten Loches liegt 4 cm unter dem Oberrande des gemeinsamen Hauptloches. In jedem der beiden Zwillingslöcher steckt ein aus schwarzgrauem Hornstein bestehender Reibstein, hier mit α und β bezeichnet, jeder seinen Topf so vollkommen ausfüllend und hineingepaßt, daß man sie nicht ohne Mühe herausnehmen kann (Fig. 1). Das gilt namentlich von dem hier mit α bezeichneten (Fig. 4). Dieser hat sich in seinen Sondertopf so hineingeschnitten, daß dessen Wand

[1] Über die Anordnung allgemein-geologischer Sammlungen. Geol. Rundschau. 5. 1914. p. 58.

über ihm stellenweise sogar etwas überspringt (Fig. 3 α). Ein dritter Stein γ (Fig. 5), kleiner als die andern, paßt genau in die erwähnte Nische des Riegels, die ihm auch ihre Entstehung verdanken könnte, falls diese nicht den stehengebliebenen Rest eines alten Schraubenganges darstellt.

Es ist gar kein Zweifel darüber möglich, daß die beiden Teiltöpfe nur durch den in jedem sitzenden Stein geschaffen worden sind. Schon darum, weil von Topf und Stein sich die Gestalt so völlig entspricht, daß ein Gipsausguß jedes Loches genau das Bild der aufliegenden Fläche des dazugehörigen Steines gibt, beide sich also wie Negativ und Positiv verhalten (Fig. 3). Der daraus hervorgehende Mangel an Spielraum nimmt dem Stein jede Möglichkeit, sich zu drehen, sei es um den eigenen Mittelpunkt oder gar um einen außerhalb liegenden Punkt, und schließt jede Arbeit im Sinne eines Strudelloches aus. Ebenso ist auch ein Herumwerfen auf eine andere Auflagefläche sehr erschwert. Nur ein leichtes, zitterndes Schaukeln ist möglich, und dafür ist auch ein ständiger Antrieb in der Tat gegeben in dem Aufschlag fallender Tropfen. Gerade an jener Stelle der Höhle fielen von dem kluftartigen, an 10 m hohen Dache einige Ketten von Tropfen, die sich in minutenlangen Abständen regelmäßig folgten. Es genügt jedoch auch schon der Befund des herausgemeißelten Topfes, um den Aufschlag fallender Tropfen als die die Steine bewegende Kraft anzusprechen. Das Loch war völlig frisch, frei von Lehm und noch in fortschreitender Austiefung begriffen; der dünne Belag von Höhlenlehm ringsum war bis an den Rand des gemeinsamen Loches unversehrt. Dadurch wird jede andere Kraft als die fallender Tropfen, etwa rinnendes Wasser, ausgeschlossen. Auch fehlte Einlauf und Auslauf; das niedertropfende Wasser versickerte wohl durch die Fugen der kristallinen Masse oder spritzte samt dem offenbar äußerst feinen, aus reinem $CaCo_3$ bestehenden Abreibsel heraus. Durch solches Schaukeln vertieft der Stein sein Bett und sinkt im wesentlichen nach unten ein. Wenn er daneben unter dem Einfluß der Lage seines Schwerpunktes oder der Neigung der ursprünglichen Auflagefläche zugleich auch ein wenig seitlich einschneiden kann, so unterhöhlt er die Wand und verschiebt den Boden seines Loches allmählich nach dieser bevorzugten Seite. In beide Töpfe führt denn auch ein (linksläufiger) Schraubengang hinein, der namentlich bei dem tieferen scharf geschnitten ist, wie die Betrachtung unserer Tiefensichten (Fig. 1 und 2) mit dem Tiefengucker deutlich zeigt. Auch darin spricht sich wieder aus, daß an der Entstehung der beiden Löcher nichts anderes Anteil hat, als der eine in jedem darinsitzende Stein; nur die erste ganz oberflächliche Anlage des gemeinsamen Hauptloches kann allenfalls von allen drei Steinen gemeinsam geschaffen worden sein.

Es ist zu erwarten, daß auch für die Reibsteine eine derartige

schaukelnde Bewegung auf einer und stets derselben Seite zu einer besonderen Art der Abnützung und Formgebung führen muß. Im Gegensatz zu jeder sonstigen Bewegung durch Wasser kann in diesem Falle keine allseitige Abrundung, sondern nur eine Bearbeitung der Unterseite stattfinden. Diese müßte dabei schließlich nach genügender Abschleifung eine regelmäßig geglättete und einheitlich gekrümmte Wölbung annehmen und sich gegen die wenig abgenützte, unregelmäßige Oberseite durch einen Zug zusammenhängender Kanten abgrenzen. Denn der formende Einfluß der auffallenden Tropfen auf die Oberseite wird gering, infolge der Härte der Kiesel und vor allem der Armut an Festteilchen, die dem in einer Kalkhöhle niedertropfenden Wasser eigen ist.

Dieser Erwartung entspricht der tatsächliche Befund. Der kleinste Stein γ (Fig. 5), flach und von dreieckigem Umriß, besitzt bereits solch glatte, schwach bauchige und einheitliche Wölbung der größten, aufliegenden Fläche, während die andere Seite schon durch eine kantig aufgesetzte Leiste ihre Unregelmäßigkeit anzeigt. Die Wölbseite ist rings von scharfen Kanten umgeben, die an zwei Seiten besonders zugeschärft sind.

Der am tiefsten eingesunkene Stein β (Fig. 6) zeigt ebenfalls eine gutgeglättete Unterfläche, in deren Mitte aber, wohl infolge der ursprünglichen Gestalt, eine noch nicht ausgeglichene, flache Delle liegt. Sonst ist sie ziemlich eben, wird an den Rändern gewölbt und ist durch einen deutlichen Kantenzug von der oberen unregelmäßigen Begrenzung des Steines abgesetzt. — Das zugehörige Loch, das ja die Form dieser Fläche völlig wiederholt, zeigt auch entsprechend deren Delle eine leichte Erhebung der Bodenmitte (Fig. 3).

Erklärung zu den Figuren 1—6.

Fig. 1. Tiefensicht des Zwillingstopfes mit den Schaukelkieseln α und β an Ort. $\frac{1}{4}$.

Fig. 2. Dieselbe Tiefensicht des Topfes ohne die Schaukelkiesel. $\frac{1}{4}$.

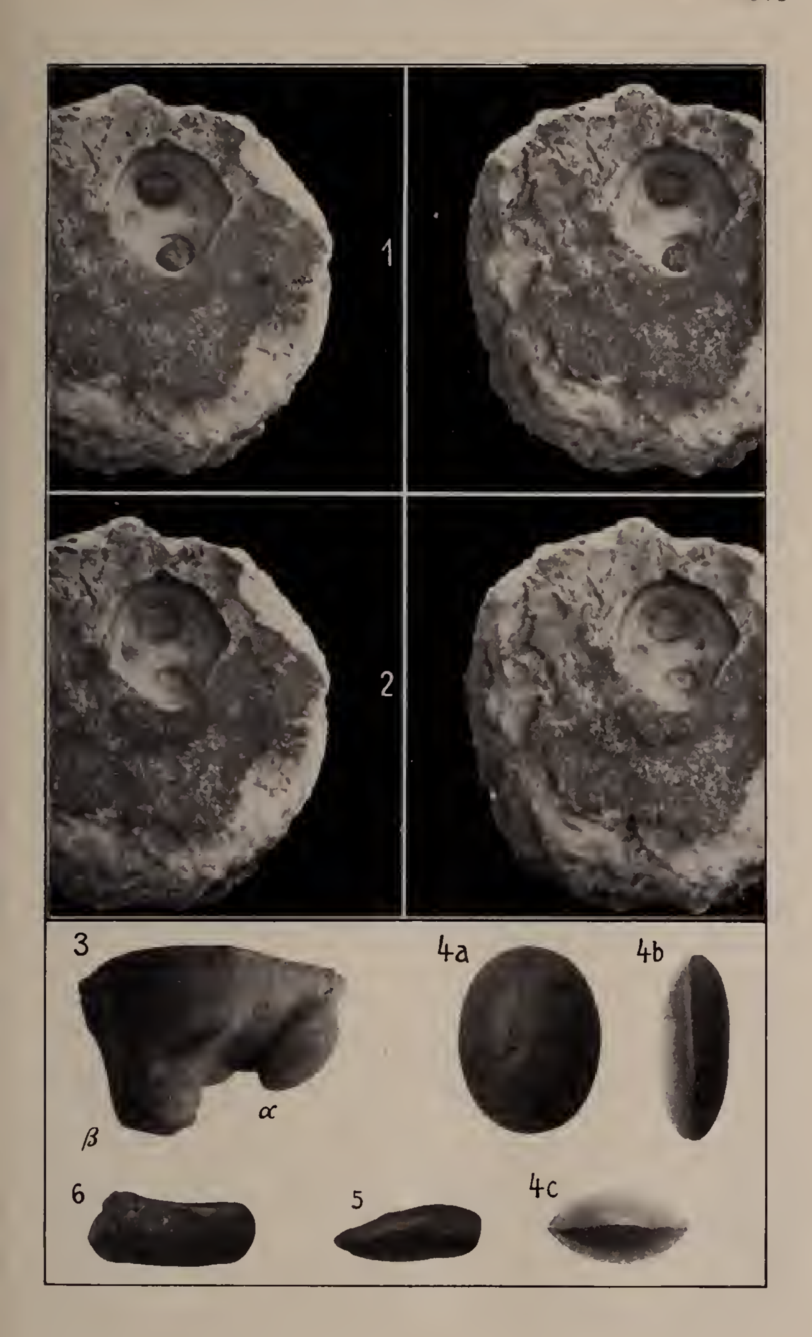
Fig. 3. Gipsausguß des Zwillingstopfes ($\frac{1}{2}$). Die Ausgüsse der einzelnen Löcher wiederholen getreu die Form der entsprechenden Schaukelkiesel α und β.

Fig. 4. Schaukelkiesel α ($\frac{1}{1}$).
- a) Oberseite oder Unterseite (beide Seiten sind völlig gleich).
- b) von der Längsseite,
- c) von der Schmalseite.

Fig. 5. Schaukelkiesel β ($\frac{1}{1}$).

Fig. 6. Schaukelkiesel γ ($\frac{1}{1}$).

Die Tiefensichten Fig. 1 und 2 sollen mit dem Tiefengucker betrachtet werden.


1
2
3
α
β
4a
4b
6
5
4c

Sehr eigenartig ist der Stein α, der schon in der Aufsicht (Fig. 4 a) durch seinen regelmäßig elliptischen Umriß auffällt. Die eine Seite ist vollkommen regelmäßig und einheitlich gewölbt und geglättet. Genau ebenso gleichmäßig und als ihr vollkommenes Spiegelbild ist aber auch die gegenüberliegende Seite ausgebildet. Beide Flächen stoßen in einem schneidig zugeschärften, in der Symmetrieebene des Steines verlaufenden Äquator zusammen, so daß der Stein fast die volle Regelmäßigkeit einer Sammellinse erhält (Fig. 4 b, 4 c). Die Flächen stimmen so sehr überein, daß man sie nicht mehr unterscheiden, geschweige als obere und untere ansprechen kann. Für eine Fläche, die aufliegende, ist eine solche Ausbildung durch die Schaukelung erklärt; ihr entspricht ja auch, wie erwähnt, der Boden des Bettes, das dem Steine seine Form verdankt, schließlich aber auch wieder auf den Angriff der feinsten feilenden Staubteilchen und damit auf die Formung des Steines Einfluß hat. Die obere Fläche aber liegt frei und kann daher ihre Form nur dadurch erhalten haben, daß sie selbst einmal Unterfläche war, nach deren Fertigschleifung der Stein durch einen ausnahmsweise heftigen Tropfenschlag herausgesprungen ist und sich in die heutige Lage umgewendet hat. Der, wie erwähnt, ringsum scharfe Äquator ist immerhin an den Schmalseiten der Ellipse weniger schneidig, wohl deshalb, weil das Schaukeln um die lange Achse lebhafter war als um die kurze, und weil in jener Richtung die seitliche Verschiebung erfolgte.

Im Gegensatz zu den Gletschergeschieben mit ebenen, allenfalls bauchigen Flächen und stumpfen, geraden und in einer Ebene liegenden Kanten, — den Windkantern mit gekrümmten Flächen und schneidigen, in und meist auch aus der Ebene gekrümmten Kanten — und den kantengerundeten bis kantenlosen, krummflächigen, vom fließenden und brandenden Wasser bewegten Geröllen und rollenden Reibsteinen ist also den von fallenden Tropfen geschaukelten Reibsteinen in der Tat eine besondere, in obiger Überlegung verlangte Abnützungsform eigen. Das Kennzeichen dieser Schaukelkiesel ist Abschleifung, im Endziel Halblinsenschliff der größten Auflagefläche und Begrenzung dieser Fläche durch einen von der Schaukelrichtung abhängigen, zusammenhängenden Kantenzug. Die Oberseite, von den auffallenden Tropfen nur geglättet, bewahrt ihre ursprüngliche Gestalt, wenn nicht ein Wechsel der aufliegenden Fläche eine neue, der alten entsprechende und sich mit ihr durchdringenden Wölbfläche entstehen läßt. Bei einem von vornherein flachen Stein wird die neue Fläche zur alten spiegelbildlich liegen und sich eine mehr oder weniger vollständige Linsenform herausbilden.

Eine Linsenform, wie sie der Stein α aufweist, ist unter den natürlichen Abnützungsformen der Steine sonst noch nicht bekannt

geworden. Allerdings geben die Figuren A. WADE's[1] unter 1 und 2 Bilder, die unseren Figuren 4 a—c täuschend ähnlich sehen. Diese Ähnlichkeit ist jedoch nur scheinbar. Denn jene beiden Figuren WADE's sind nicht verschiedene Ansichten desselben Stückes, sondern Fig. 1 ist ein vollkommen kugeliges Flußgeröll ohne jede Kantenzuschärfung, und Fig. 2 zeigt nur die von einer Kante gehälftete Oberseite eines Windkanters, seine Unterseite kann aber dieser Entstehung entsprechend natürlich keine zusammenhängende Fortsetzung dieser Kante besitzen.

Bei der Neubelebung der Erörterung[2] über die Abnützungsformen der Steine dürfen auch diese Schaukelkiesel Beachtung finden. Aber noch aus anderem Gesichtspunkt schien mir der behandelte Gegenstand — trotz der kleinen Abmessungen, die naturgemäß mit der Kraftquelle im Einklang stehen — der Untersuchung wert zu sein.

Die Erscheinung, für die der weiße, glättungsfähige Kalkspat, die dunklen Kiesel und der braune, die Unversehrtheit der Randnachbarschaft anzeigende Lehmbelag hier geradezu ein Lehrmuster geschaffen haben, wird anscheinend nicht vereinzelt bleiben, wenn sie auch bisher nicht bekannt geworden ist. Die Arbeiter der Attendorner Gegend wollen solche Zwergtöpfe, für die ihnen das Wort „Pöttchen" geläufig ist, öfter gesehen haben. In der Tat sind ja die Bedingungen für ihre Entstehung überall gegeben, wo von außen harte Steine vereinzelt und ohne Sandzufuhr auf den Höhlenboden gelangen und sich in den, vielleicht schon von den bloßen Tropfen vorgebildeten Bodenvertiefungen fangen.

Ein besonderes Augenmerk verdient diese Beobachtung im Hinblick auf die Arbeiten von J. BRUNHES[3], der zeigte, daß die allgemeine Vorstellung von der Bildung der Strudellöcher und Gletschertöpfe durch rollende Mahlsteine irrig und nur Sand das arbeitende Mittel, jene Steine aber selbst leidender Gegenstand und eher Hemmschuh der Arbeit sind. Dieser Beweis ist BRUNHES

---

[1] On the Formation of Dreikante in Desert Regions. Geol. Magaz. 1910. Taf. XXI.

[2] J. WALTHER, Über die Bildung von Windkantern in der Libyschen Wüste. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1911. Monats-Ber. p. 410. — R. HOERNES, Gerölle und Geschiebe. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1911. p. 267.

[3] De vorticum opera, seu quo modo et quatenus aquae currentes per vortices circumlatae ad terram exedendam operam navent. Friburgi Helvetiorum, typis Consociationis Sancti Pauli 1902. — Le travail des eaux courantes: La tactique des tourbillons. Mitt. d. Naturforsch. Ges. in Freiburg (Schweiz). Geol. u. Geogr. II. Heft 4. 1902. — Nouvelles observations sur le rôle et l'action des tourbillons. Le Globe. Genf. Sept. 1914. — Vergl. auch J. STINY, Zur Erosionstheorie. Mitt. d. Naturwiss. Vereins für Steiermark. 47. Jahrg. 1910. Graz 1911.

durchaus geglückt und es ist bedauerlich, daß seine z. T. etwas entlegenen Schriften noch nicht überall die Beachtung gefunden haben, die sie für das Verständnis der Wasserarbeit und der Talbildung verdienen. Auch unser Zwergtopf soll durchaus nicht etwa an Stelle jener durch Brunhes ihrer Aussagekraft beraubten Riesentöpfe von Luzern und anderwärts zu einem neuen Beweismittel für die tätige Rolle der Mahlsteine werden. Immerhin ist hier einmal — und das sei gegenüber der bedingungslosen Verallgemeinerung betont — auch dafür der Beweis erbracht worden, daß wenigstens in solchen kleinen und besonderen Verhältnissen Reibsteine bestimmter Art für sich allein, ohne Sand und ohne weitere Steine, Löcher zu graben imstande sind, die im Verhältnis zur Größe der Steine und der treibenden Kraft keine unbedeutende Arbeitsleistung darstellen. („Man findet in den Strudellöchern niemals einen Stein, sondern eine Vielzahl von Steinen verschiedener Größe und Form, vermischt mit einer Masse von Kies und Sand.“ Brunhes[1], La tactique, p. 173). Ob entsprechende Bildungen in größerem Maßstab, etwa unter sandarmen Wasserstürzen im Kalkgebirge, schlechthin ausgeschlossen sind, bleibe dahingestellt.

Eine gewisse Beziehung zu dem beschriebenen Gebilde zeigt eine Auswaschungserscheinung des Meeres, die K. Andrée (a. a. O. p. 58) ebenfalls anführt. Sie wird in der Marburger Schausammlung an Platten unreiner Kalke von Gotland (Obersilur) und Öland (Untersilur) gezeigt (Fig. 7).

Diese Kalkplatten sind mit Gruben von verschiedener Größe (bis 4 cm breit) und verschiedener Tiefe so dicht bedeckt, daß dazwischen keine unverletzte Fläche, sondern nur noch schmale und scharfe, ein vieleckiges Muster bildende Grate stehengeblieben sind und ein an Waben oder Cyathophyllen-Stöcke erinnernder Eindruck entsteht. Die einzelnen Hohlräume besitzen einen zu einer regelmäßigen halben Hohlkugel ausgetieften Boden und erweitern sich nach oben stetig. Schraubengänge und überhängende Wände fehlen durchaus.

Nach den Beobachtungen, die mir Herr Prof. K. Andrée mündlich mitteilte, sind solche Bildungen an der Küste Gotlands, namentlich in dem weichen obersilurischen Hohburgen-Sandstein nicht selten, und zwar liege dort in jedem Loch ein von der Brandung bewegter, flacher Reibstein. Deren reibende Arbeit habe die Löcher geschaffen und nicht, wie bisher angenommen, Lösung, was ja schon durch das Auftreten im Sandstein ausgeschlossen ist.

Diese Reibsteine sind in der Sammlung leider nicht vorhanden. Es handelt sich bei ihnen um eine seitlich angetriebene, zum Rollen neigende und bei der Gestalt der Wände in ihrem Spielraum nur wenig begrenzte Bewegung. Man darf also vermuten, daß bei diesen Steinen, wenn sie auch bei leichtem Wellenschlag nur geschaukelt werden mögen, rollende

Bewegung und infolgedessen eine allseitige und kugelige Abnutzung mindestens nicht ausgeschlossen ist und daß die Form der — in der Tat sämtlich gleichartigen — Löcher von der Gestalt der einzelnen Steine nicht unmittelbar abhängig ist. Insofern sind diese Bildungen mit den ja auch



Fig. 7. Auswaschungsgebilde aus der Brandung. Obersilurischer Kalk. Östergarn, Gotland. Geolog. Institut Marburg.

aus der Brandung beschriebenen Strudellöchern zu vergleichen. Andererseits scheint aber, wie aus der Anordnung, vielleicht auch aus dem hohlkugeligen, in der Mitte am meisten vertieften, niemals erhöhten Boden hervorgeht, hier ebenfalls ein Beispiel dafür vorzuliegen, daß bei der Entstehung von derart ausgedrechselten Löchern nicht immer Sand, sondern in gewissen Fällen auch ein einzelner Reibstein die bestimmende Rolle spielen kann.

Besprechungen.

R. F. Scharff: Distribution and Origin of Life in America. London 1911. (Schluß.)

Kap. XII. Die Galapagos-Inseln.

Die Gruppe liegt gerade unter dem Äquator. Sie besteht aus 5 großen und 12 kleinen Inseln. Das Klima ist relativ sehr kühl wegen eines kalten südlichen Meeresstromes. Die Entfernung vom Festland beträgt 750 Seemeilen. Die Inseln sind aus vulkanischen Gesteinen gebildet. Darwin schloß aus der einseitigen Erhaltung der Kratere, daß das Land einst untergetaucht war. Es kommen einzelne Auswürflinge von Granit vor und die Inseln liegen gerade in der Verlängerung der Kordillere der Antillen. Dies spricht für einen älteren Unterbau der Vulkane. Die Galapagos könnten also wohl auch die Gipfel einer versunkenen Landmasse sein.

Es gibt sicher eingeborene Säugetiere auf den Galapagos. Es ist ausgeschlossen, daß alle die heute bekannten Formen, die großenteils den Inseln eigentümlich sind, durch den Menschen eingeschleppt wurden, wie Darwin und Wallace meinten. Die Gattungen sind echt amerikanisch. Wären ihre Vorfahren durch Baumstämme transportiert worden, so müßten sie auf Grund der Richtung der Strömung mehrere tausend Meilen weit geschwommen sein. Man hat auch nie beobachtet, daß Tiere angetrieben wurden, und die eingeborenen Säugetiere gehören auffallenderweise gerade zu sehr alten Gattungen.

Von Landvögeln kennt man jetzt ungefähr 70 Arten. Die meisten gehören zu weit verbreiteten Gattungen, 7 Genera sind aber auf Amerika beschränkt, 5 den Inseln eigentümlich. Von diesen sind nur 2 von echt amerikanischer Verwandtschaft. Die anderen haben auffallende Beziehungen zu den Sandwich-Inseln, von denen manche allerdings zweifeln, ob sie nicht bloß äußerlich sind. Aber auch 2 Arten von Procellariiden sind den beiden Inselgruppen gemeinsam. Im ganzen haben die Vögel zweifellos ebenso wie die Säugetiere viele Beziehungen zu Süd- und Zentralamerika und zu Westindien.

Heller kennt 25 Reptilarten, und zwar 9 große Landschildkröten, 15 Eidechsen, 1 Schlange. Große Landschildkröten kommen heute nur noch auf den Mascarenen und Seychellen vor, waren im Tertiär aber auch in Indien, Europa, Nord- und Südamerika verbreitet. Die Eidechsen zeigen Verwandtschaft mit Westindien. Eine Art von *Dromicus* ist mit einer chilenischen nahe verwandt. Alle Reptilien gehören zu sicher sehr alten Gruppen.

In letzter Zeit konnte van Denburgh mehrere Arten von Schlangen unterscheiden. Er findet, daß sie mit Westindien und Südamerika am meisten verwandt sind und glaubt, daß die Inseln früher untereinander und mit dem Festland verbunden waren.

Die meisten Arten von Land- und Süßwasserschnecken sind den Inseln eigentümlich, einige sind mit dem Festland gemeinsam. Die Bulimulidae kommen einerseits in Amerika, und zwar besonders im W, anderseits in Australien, Tasmanien und bis China vor. Es scheint, als wäre die Familie auf einem pazifischen Festland entstanden. Nach der Einteilung von PILSBRY gehören die Bulimuli von Galapagos, dem tropischen Amerika und Westindien zur selben Gruppe. Von *Pupa* ist eine Art mit Ecuador gemeinsam. *Tornatella chathamensis* ist mit einer Art von Hawai nahe verwandt. *Entodonta helleri* ist im pazifischen Gebiet verbreitet, fehlt aber auf dem Festland von Amerika und in Westindien. Verf. glaubt, daß die Schnecken nicht von Amerika aus, sondern von W her auf die Galapagos-Inseln gekommen sind und erst von hier nach Amerika gewandert sind.

Die Flora ist im tiefer gelegenen Teil äußerst dürftig. Hauptsächlich einige große Kaktusse. Viele Stellen sind ganz kahl. In einer Höhe über 700 Fuß dagegen lebt eine reichliche Vegetation. Die Arten sind fast durchweg auf einzelne Inseln beschränkt. Da starke Winde fast vollständig fehlen, können Samen weder vom Festland zu den Inseln geweht, noch angeschwemmte Samen von der Küste in die feuchtere Region emporgetragen werden. Außerdem hat die Flora mehr Ähnlichkeit mit den Hochländern als mit den Tiefländern von Südamerika.

Euphorbia viminea ist den Inseln eigentümlich. Es gibt zahlreiche Rassen, die auf einzelne Inseln beschränkt sind. Wenn die Samen ursprünglich angeschwemmt wurden, müssen sie entweder auf alle Inseln direkt vom Festland gekommen oder von einer zur anderen später gewandert sein. Beide Annahmen setzen einen sehr leichten Transport voraus, der aber mit der starken Differenzierung der Formen nicht verträglich ist. Dagegen erklärt die Annahme einer früheren Landverbindung und späteren Senkung die ganze Erscheinung. Ganz dieselbe Schlußfolgerung läßt sich auch bei vielen Tieren anwenden.

Lipochaeta (Compositae) kommt nur auf den Sandwich-Inseln und Galapagos-Inseln vor.

Auch Mexiko und Zentralamerika zeigen einige Beziehungen zu Hawai.

SCHARFF ist überzeugt, daß die Galapagos ursprünglich miteinander und mit dem Festland zusammenhingen und von dort die Hauptmasse ihrer Bewohner erhielten. Es kann aber nicht die ganze Fauna und Flora aus Zentralamerika stammen. Viele Formen weisen auf Ecuador und Columbia, andere noch mehr nach S oder nach N, auch nach dem Südende der Halbinsel Kalifornien. Es scheint, daß Mexiko mit Chile durch Land verbunden war und daß die Galapagos daran anschlossen. Diese Verbindung muß aber schon im Frühtertiär unterbrochen worden sein.

Es wurde schon früher gezeigt, daß die Beringstraße im Tertiär weit offen war. Dafür sprechen auch verschiedene Miocänvorkommen zu beiden Seiten des nordpazifischen Ozeans. Trotzdem kommt OSBORN durch Untersuchung der Säugetiere zur Überzeugung, daß im Miocän eine breite

Landverbindung zwischen Nordamerika und Asien bestand. Auch viele rezente Formen sprechen für eine viel ältere Einwanderung als die über die Beringstraße im Pliocän. Die Verbreitung dieser älteren Einwanderer zeigt, daß sie vom südwestlichen Nordamerika ausgegangen sind. In Asien sind verwandte Formen auf den SO und Japan beschränkt. Viele finden sich auch in Australien, Neuseeland und Neuguinea.

Daß im Stillen Ozean große Senkungen erfolgt sind, wurde zuerst durch Darwin in seiner Korallrifftheorie behauptet, die durch die Bohrung auf Funafuti vollkommen bestätigt worden ist. Viele Beweise sprechen nun dafür, daß im westlichen Teil des Stillen Ozeans früher ein großer, zusammenhängender Kontinent bestand. Darauf führt die Verbreitung der Landschnecken, Ameisen, Eidechsen und ebenso der Pflanzen. Auch der geologische Befund spricht dafür. Granit und Gneis findet man auf den Marquesas, viele Blöcke von Granit in den Tuffen der Kermadec-Inseln, kristalline Gesteine und Mesozoicum auf Neu-Caledonien, kristalline Gesteine auf den Neuen Hebriden und den Fidji-Inseln, lose Stücke von Gabbro etc. auf den Tonga-Inseln, Tiefengesteine auf Tahiti. Auch die parallele Anordnung der pazifischen Inseln spricht dafür, daß sie auf versunkenen Bergketten stehen. Scharff denkt sich, daß die Mitte dieses Kontinentes zuerst einbrach, während die Ränder länger stehen blieben. Der Nordrand bildete im Oligocän oder Miocän eine Verbindung zwischen Nordamerika und Asien, auf der die Tiere und Pflanzen zunächst zu jenem Landstreifen wanderten, der Amerika früher im W begleitete. Von hier gelangten sie nach dem westlichen Nordamerika. Von dieser westlichen Landmasse rühren z. B. die großen Landschildkröten her, die im Miocän von Amerika plötzlich erscheinen.

Näheres über den ostpazifischen Landstreifen.

Die Kapregion von Kalifornien ist von der übrigen Halbinsel offenbar geologisch ganz verschieden. Zwischen ihr und Mexiko liegt die Inselgruppe Tres Marias. Die Fauna derselben zeigt zwar Beziehungen zu Mexiko, aber nicht zur Kapregion. Sie können also nicht Reste der ehemaligen Verbindung sein. Es ist wahrscheinlich, daß die Ähnlichkeit der Fauna der Kapregion und von Südmexiko darauf beruht, daß beide vor langer Zeit von derselben Gegend aus bevölkert wurden. In Zentralamerika scheint Guatemala der Rest eines alten, im ganzen westlich gelegenen Landes zu sein. Es ist anzunehmen, daß dieses Land mit der Kapregion, mit Westindien und mit der pazifischen Landbrücke in Verbindung stand. Die Zusammensetzung des Alttertiärs von Zentralamerika läßt deutlich erkennen, daß westlich davon ein bedeutendes Land lag.

Ihering hat nachgewiesen, daß die Meeresmollusken von Chile und Kalifornien erst im Pleistocän ausgetauscht wurden. Dies spricht für die frühere Existenz einer großen, trennenden Halbinsel.

Die Marinfauna der Westseite des Isthmus von Panama ist relativ arm. Tiefseekorallen fehlen. Eine gewisse Ähnlichkeit mit der Fauna des Caraibischen Meeres wurde meist auf eine frühere größere Ausdehnung

des Pazifischen Ozeans gegen O zurückgeführt, kann aber geradesogut auf einem früheren Vordringen des Atlantischen gegen W beruhen.

Das Sediment des Meeresgrundes zeigt auf der ganzen Strecke zwischen Mexiko und den Galapagos immer irgendwelche Beimischung von terrigenem Material und viele Pflanzenreste. AGASSIZ führte dieses Verhalten auf Strömungen zurück. Verf. aber erklärt es sich aus einem noch nicht lang versunkenen Land.

Es war aber nicht die ganze Region westlich von Amerika Land. Verschiedene Pflanzenarten der Mangrove-Formation sind Westafrika, der Westküste und der Ostküste von Amerika gemeinsam. Da diese Pflanzen weder über das Festland noch um Kap Horn gewandert sein können, muß früher eine kontinuierliche Küste zwischen Ecuador und Venezuela bestanden haben. Mehrere Arten von Krabben kommen auf beiden Seiten von Zentralamerika vor. Sehr groß ist die Ähnlichkeit der Küstenfauna der Kapregion von Kalifornien und Chiles.

Im Frühtertiär wanderten in Chile verschiedene tropische Molluskengattungen ein, von denen man annimmt, daß sie Südamerika im N umwandert haben. Einige Arten sind noch heute in Chile, Westafrika und im Mittelmeer identisch. Auch im Miocän zeigt sich in der Marinfauna von Peru ein caraibischer und europäischer Einfluß. Es scheint also im ganzen Tertiär an der Westküste von Südamerika keine nordwärts, sondern eine südwärts gerichtete Strömung vorhanden gewesen zu sein. Einige nördliche Gattungen trafen erst im Pleistocän in Chile ein. Offenbar ging eine Strömung aus dem Caraibischen Meer nach W und dann entlang eines Landes, das westlich der heutigen Küste lag, nach S. Vielleicht hängt mit diesem Land die Tatsache zusammen, daß das marine Tierleben westlich des Humboldt-Stromes noch gegenwärtig äußerst arm ist.

Kap. XIII. Die nördlichen Staaten von Südamerika.

Einleitend bespricht Verf. die Ansichten zahlreicher Autoren über die Geschichte von Südamerika: der Tiergeographen IHERING, ORTMANN und EIGENMANN, der Paläontologen AMEGHINO und OSBORN, der Geologen KATZER, LAPPARENT und KOKEN und ARLDT's, der sowohl die lebenden Tiere und Pflanzen als auch die Paläontologie berücksichtigt. Die Ansichten dieser Autoren weichen in vielen Punkten voneinander ab. Gemeinsam sind ihnen etwa folgende Sätze:

1. Die Hochländer von Guiana und Brasilien waren seit dem Mesozoicum Festland.

2. Das Tal des Amazonas war früher vom Meer stark überflutet.

3. Es bestehen nahe Beziehungen zu Australien und Afrika.

Die Küstenketten der Westseite von Südamerika scheinen Reste eines alten Gebirges zu sein, an dessen Ostküste das Mesozoicum der heutigen Anden abgelagert wurde.

Es besteht eine auffallende Ähnlichkeit zwischen der lebenden Fauna von Südamerika und der des europäischen Alttertiärs. Die mittelatlantische Landbrücke scheint zuerst mit dem südwestlichen Nordamerika, das vom Rest des Kontinentes damals durch Meer isoliert war, und mit Süd-

amerika verbunden gewesen zu sein, später aber nur mit Südamerika allein. Zuletzt trennte sie sich wieder von diesem und schloß sich noch einmal vorübergehend an Kalifornien an. Nach dem Untergang der mittelatlantischen Landbrücke sind dann südamerikanische Tiere über den westpazifischen Landstreifen nach Nordamerika gewandert, so die schon oben erwähnten miocänen Xenarthra.

Die marine Kreidefauna von Südamerika hat eine sehr große Ähnlichkeit mit der der Mittelmeerländer, aber fast gar keine mit der von Mexiko und Texas. Es muß also eine kontinuierliche Küste zwischen Südamerika und Europa vorhanden gewesen sein, aber eine Landschranke gegen Nordamerika.

Die Protracheatengenera des nördlichen und südlichen Südamerika sind vollständig verschieden. Die primitivsten Formen scheinen die Anden zu bewohnen. Dieselbe Gruppe tritt auch — 2000 Meilen weiter nördlich — in Mexiko auf. Sie scheint also von einer westlichen Landmasse eingewandert zu sein. Ähnliche Andeutungen finden sich auch bei anderen Gruppen, wie Eidechsen, Schildkröten und auch bei Pflanzen. Durch diese Landmasse stand Westindien, Zentralamerika und Ecuador in direkter Verbindung. Zu den diesen Gebieten gemeinsamen Gruppen gehört eine Familie fleischfressender Schnecken (Streptaxidae) u. a. m.

Clausilia hat ihr Verbreitungszentrum innerhalb Südamerikas in Ecuador. Sie dürfte dorthin von Europa über Westindien gelangt sein.

Kalifornien, Ecuador, Peru und Chile werden von drei sehr nahe verwandten Skorpionsgattungen bewohnt.

Viele Gattungen von Trochilidae (Vögel) sind auf Ecuador und die angrenzenden Gebiete beschränkt. Hier kommt auch *Caenolestes* vor, der näher mit den australischen Kängurus als mit den amerikanischen Opossums verwandt ist. Seine nächsten Verwandten kennt man aus den Santa Cruz-Schichten.

Der südamerikanische Bär, *Tremarctos*, ist mit dem nordamerikanischen nicht näher verwandt. Eine ihm sehr nahe stehende Gattung kommt im Pleistocän von Argentinien vor. Recht ähnlich ist auch der malaiische Bär. Im europäischen Jungtertiär gibt es Angehörige derselben Gruppe. Eine Einwanderung über die mittelatlantische Landbrücke ist also möglich.

Lebende Tapire gibt es nur in Südamerika und Südasien. Fossil treten sie im Pleistocän von Nord- und Südamerika auf. In Europa erscheinen echte Tapire zuerst im Oligocän. Scharff meint, daß sie von hier ausgegangen sind.

Fossile Verwandte der Viscaciidae (Nagetiere) treten im Tertiär (? Miocän) von Patagonien und im Oligocän von Europa auf. Es muß also ein Faunenaustausch bestanden haben.

Pudua, ein äußerst primitiver Hirsch des westlichen Südamerika, ist wahrscheinlich direkt aus Europa abzuleiten.

Paläogeographische Einzelheiten.

Daß die Oberläufe des Amazonas und Orinoco einst in Verbindung

waren, geht aus der Gemeinsamkeit gewisser Tiere, wie *Trichechus inunguis*, hervor.

Am oberen Marañon, mehr als 20° westlich von der Mündung, kommen wahrscheinlich alttertiäre Brackwassermollusken vor. Verf. hält es für wahrscheinlich, daß wir es hier mit der Küste des Stillen Ozeans zu einer Zeit zu tun haben, als der Amazonas nach W floß.

Der Titicaca-See enthält verschiedene marine, speziell pazifische Tiergruppen, wie Crustaceen, Fische etc. Verf. glaubt, daß die Verbindung mit dem Meer trotzdem bis zum Alttertiär zurückreichen kann.

Kap. XIV. Östliches Südamerika.

Die Affenfamilien der Cebidae und Hapalidae sind in mehreren Beziehungen verwandt und von den anderen Affen verschieden. Sie scheinen einen besonderen Stamm zu bilden. Ameghino hat viele lemurenartige Formen, angeblich aus der Kreide von Südamerika, beschrieben. Er hält Südamerika für die Heimat der Primaten. Scharff glaubt, daß von hier ein Zweig über den pazifischen Landstreifen nach Nordamerika gelangt ist. Von Nordamerika wären die Primaten dann über die mittelatlantische Landbrücke nach Europa gekommen. Zweifelhaft ist es, ob ein besonderer Zweig direkt von Südamerika nach Afrika gewandert ist.

Die Frage der südatlantischen Landbrücke zwischen Westafrika und Südamerika.

Die Säugetiere, Vögel, Eidechsen und Schmetterlinge bieten für eine solche keine Anhaltspunkte.

Die Didelphyidae haben ihr Verbreitungszentrum sicher in Südamerika. Sie treten zwar im Eocän von Nordamerika und Frankreich auf, nach Ameghino aber schon in der „Oberkreide“ von Südamerika. Jedenfalls sind die hier fossil gefundenen Formen die primitivsten.

Trochilidae (Vögel). Die meisten Gattungen sind auf die Westküste von Südamerika beschränkt. Die nächsten Verwandten leben in Südasien und Polynesien. Die gemeinsamen Vorfahren mögen vom pazifischen Kontinent ausgegangen sein. Die Entwicklung der Familie ist besonders lehrreich für das große Alter des südamerikanischen Kontinents.

Lydekker schließt aus der Verbreitung der Hystricomorpha auf eine südatlantische Landbrücke. Die mit der afrikanischen Familie dieser Unterordnung näher verwandten Arten leben in Amerika im W. In der Alten Welt scheint das Verbreitungszentrum in den Mittelmeerländern zu liegen. Die ganze Gruppe spricht daher mehr für eine Verbindung zwischen diesen und den Anden, als für eine südatlantische Landbrücke.

Auch die Edentaten, die Tullberg als Beweis einer Verbindung Westafrikas mit Amerika angeführt hat, scheinen nach paläontologischen Befunden eher von den Mittelmeerländern ausgegangen zu sein.

Struthio lebt in Afrika und Arabien, *Rhea* in Argentinien und Brasilien. Ersterer kommt aber im Jungtertiär von Indien und Samos vor. Die Vorfahren von *Rhea* könnten also über die mittelatlantische Landbrücke gewandert sein.

Die Pelomedusidae (Süßwasserschildkröten) leben in Afrika, Mada-

gaskar und Südamerika. Eine Gattung kommt lebend nur in Südamerika und Madagaskar vor. Fossil aber ist dasselbe Genus in der Kreide von Patagonien und Neuseeland, im Eocän von Ägypten, England und Indien, im Miocän von Ägypten und Malta bekannt. Die Gattung kann also von Patagonien in die Mittelmeerländer und von hier nach Madagaskar gekommen sein.

Es gibt aber doch auch starke Argumente für die südatlantische Landbrücke.

Die Gattung *Peripatus* kommt nur in Südamerika und Westafrika vor. *Cryptostemma westermanni*, eine äußerst primitive und alte Form, tritt in Südamerika und Westafrika auf. Von den Coecilien kommt *Dermorphis* und *Herpele* sowohl in Südamerika als in Afrika vor. Die Verbreitung dieser Formen scheint sehr weit zurückzuliegen.

Pfeffer hat versucht, die Beziehungen der südamerikanischen und afrikanischen Fauna aus einer früheren universellen Verbreitung der betreffenden Gruppen und späterem Aussterben in den nördlichen Ländern zu erklären. Verf. hält diese Theorie aber für ungenügend.

Amphisbaena und *Anops* leben in Afrika uud Südamerika, während in den Mittelmeerländern andere Gattungen auftreten. Hier scheint die Annahme einer direkten Landverbindung notwendig.

Der Scincide *Mabuia* bewohnt Südasien, Madagaskar, Afrika, Fernando de Noronha, Guiana, Brasilien, Zentralamerika und die Großen Antillen. Diese Gattung muß sicherlich über eine südatlantische Landbrücke gewandert sein. Für eine solche spricht auch die Verbreitung der *Aglossa* unter den Anuren.

Die Dendrobatidae (Anuren) leben im nördlichen Südamerika, in Westafrika und Madagaskar, scheinen also ein Argument für die südatlantische Landbrücke zu bilden. Gadow meint aber, daß die Familie nur durch Konvergenz entstanden ist.

Nach mehreren Autoren bietet die Fischfauna besonders gute Beweise für eine frühere Landverbindung zwischen Afrika und Südamerika. Die Lepidosireniden leben nur in diesen beiden Gebieten. Fossile Dipneusten kennt man allerdings auch aus vielen anderen Teilen der Erde, doch gehören sie alle zu den Ceratodiden. Nur in Ägypten gibt es einen fossilen *Protopterus*. Aus der Verbreitung der Characiniden schließt Boulenger auf eine südatlantische Landbrücke gegen Ende der Kreide. Regan leitet aus der Verbreitung der Cichlidae eine Dauer der Landbrücke bis ins Eocän ab.

Die Mutelidae (Süßwassermuscheln) treten nur in Afrika und Südamerika auf und beweisen nach Ihering vollkommen sicher die Existenz einer Landbrücke im Mesozoicum. Zu demselben Schlusse berechtigen die Coleopteren und Lepidopteren.

Ortmann wird durch das Studium der Süßwasserkrabben zu der Schlußfolgerung geführt, daß im Jura und in der Unterkreide eine südatlantische Landmasse bestand, die aber mit Beginn des Tertiärs bereits versunken war.

Der Skorpion *Opisthacanthus* lebt in Madagaskar, Afrika und Südamerika. *Damon variegatus* (Tarantulidae) kommt in Afrika und Südamerika vor.

Wir sehen also, daß zwischen Afrika und Südamerika zwar deutliche faunistische Beziehungen bestehen, aber nur in sehr alten und langsam veränderlichen Gruppen. Die Landverbindung dürfte sicher im Tertiär nicht mehr bestanden haben.

Nach IHERING und ENGLER zeigen auch die Floren Afrikas und Südamerikas unverkennbare Spuren einer früheren Landverbindung.

Einige der Inseln im Südatlantischen Ozean, wie Ascension, St. Paul und Tristan da Cunha enthalten nach SCHWARZ Granit und metamorphe Schiefer.

Die Fauna von Fernando de Noronha weist einige endemische Spezies auf, die nicht durch zufällige Verbreitungsmittel hieher gelangt sein können. Die Landtiere ebenso wie die Pflanzen und marinen Küstentiere zeigen unverkennbare Beziehungen zu Westindien. Besonders auffallend sind einige Reptilien, von denen auch aus anderen Gründen anzunehmen ist, daß sie einst den südatlantischen Kontinent bewohnten.

Die Fauna der Insel St. Helena, auf der vierfüßige Wirbeltiere fehlen, ist offenbar sehr alt. Manche Gruppen weisen deutliche Beziehungen zu Südamerika auf. Einige Anklänge an Europa dürften auf dem Umweg über Amerika zu erklären sein. Noch älter als die Fauna scheint die Flora zu sein. Sie kann nach IHERING nur durch eine direkte Landverbindung mit Afrika und Südamerika erklärt werden.

Es scheint also im ganzen wahrscheinlich, daß Brasilien im Mesozoicum und Alttertiär vom westlichen Südamerika ganz getrennt, aber mit Guiana über das heutige Tal des Amazonas verbunden war. Dieser floß damals westwärts. Sehr wahrscheinlich war Brasilien während eines Teiles des Mesozoicums mit Westafrika durch Land verbunden. Diese Landbrücke brach zuerst im südlichen Teil zusammen. Im Eocän war sie schon vollständig verschwunden.

Kap. XV. Argentinien und Chile.

Die Verbreitung des amerikanischen Straußes spricht dafür, daß einst zwischen Argentinien und den Prärien des nördlichen Brasilien ein zusammenhängender Zug von Steppenländern bestand.

Die ganze Küste von Rio de Janeiro nach S zeigt Spuren von Senkung. Argentinien muß früher viel weiter nach O gereicht haben als heute.

In den Tertiär- und Oberkreideschichten von Argentinien wurden von AMEGHINO zahlreiche Säugetierfaunen gefunden. Seine Chronologie wurde zwar vielfach mit Recht angezweifelt, nach den Untersuchungen von IHERING über die Mollusken soll sie aber doch im ganzen richtig sein. Die Santa-Cruz-Schichten würden danach an der Grenze zwischen Eocän und Oligocän stehen. Die Fauna derselben enthält Beuteltiere, Edentaten, eine Gattung von Insektenfressern, *Hystricomorpha, Toxodontia, Astrapotheria, Litopterna*, Affen. Echte Raubtiere, Proboszidier etc. fehlen.

Im tiefsten Teil der säugetierführenden Ablagerungen treten angeblich zusammen mit *Toxodontia* und *Pyrotheria* auch Dinosaurier auf.

Manche der großen Edentaten, wie *Grypotherium*, lebten noch zusammen mit dem Menschen, woraus sich wieder auf ein günstiges Klima im Diluvium schließen läßt.

Die fossile Fauna von Argentinien zeigt trotz ihrer Eigenartigkeit doch einzelne Beziehungen zu anderen Ländern. Im Mitteleocän des südöstlichen Nordamerika tritt das Gürteltier *Metacheiromys* auf als Beweis einer direkten Landverbindung mit Patagonien. In noch früherer Zeit sind die faunistischen Beziehungen noch inniger und erstrecken sich auch auf Europa. Daß auch im Miocän eine Landbrücke zwischen Nord- und Südamerika bestand, wurde schon erwähnt.

Die Santa Cruz-Fauna zeigt auch Beziehuugen zu Australien und Tasmanien. Sie sprechen sich aus in den Thylacinidae, in der Verwandtschaft der Epanorthidae mit den Phalangeridae und in der gemeinsamen Schildkrötengattung *Miolania*. Es läßt sich daraus auf eine Landverbindung etwa im Anfang des Tertiärs schließen. Eine direkte Landverbindung zwischen Argentinien und Südafrika läßt sich dagegen nicht sicher nachweisen.

Die Verbreitung der Süßwassermollusken und Süßwasserkrebse von Südamerika zeigt, daß der ganze südliche Teil dieses Kontinentes ursprünglich eine einheitliche Landmasse bildete, die aber später durch die Erhebung der Anden in 2 Teile gespalten wurde. Einige sehr alte Arten sind beiden gemeinsam.

Die Beziehungen des südlichen Südamerika zu Nordamerika.

Die ersten Lamas treten in Argentinien im Unterpampeano (Pliocän) auf. Im Oberpampeano kommen mehrere Gattungen und auch schon *Lama* selbst vor. Die Igel stammen aus Nordamerika, von wo sie etwa im Miocän über den pazifischen Landstreifen nach Südamerika und über die mittelpazifische Landbrücke nach Asien gelangt sein mögen. Damit stimmt überein, daß im Jungtertiär von Nebrasca asiatische Antilopen auftreten. Die Elephanten haben Nordamerika über diese zentralpazifische Landbrücke erreicht. Nach Südamerika sind sie im Pliocän über den oft erwähnten westlichen Landstreifen gelangt. Weitere Beweise für eine alte Landverbindung zwischen dem südwestlichen Nordamerika und Südamerika liefern *Japyx* (Thysanura), *Koenenia* (Palpigradi), *Kerria* (Anellida) etc. *Carabus* tritt innerhalb Amerikas nur in Mexiko, Chile und Feuerland auf.

Noch deutlicher sind die Beweise für diese Landbrücke in der Flora. In der Mittelkreide weist die Flora von Argentinien 75% nordamerikanische Typen auf. Im Alttertiär war *Sequoia* Nordamerika und Chile gemeinsam. Die Flora des Felsengebirges, der Sierra Nevada in Nordamerika und der Anden von Chile enthält sehr viele nordische Gattungen. Sogar manche Arten sind beiden Gebieten gemeinsam. Die Flora der Insel Guadelupe in Kalifornien zeigt viele südamerikanische Typen. Die Zahl der nordamerikanischen Formen nimmt in Südamerika gegen S zu.

Chile erstreckte sich früher sicher weiter nach W als heute, wie aus verschiedenen geologischen Beobachtungen hervorgeht. Chiloe und die Chonos-Inseln haben viele eigentümliche Tierformen.

Der westliche Landstreifen schloß anfangs in Chile, später aber in Ecuador an Südamerika an.

Die Beziehungen Südamerikas zu Australien.

Sie werden in der Regel auf einen antarktischen Kontinent zurückgeführt. Verf. führt eine größere Zahl von Autoren an, die sich bald für die eine, bald für die andere Form einer direkten Verbindung von Südamerika und Australien ausgesprochen haben. Mehrere derselben halten die Annahme einer besonderen südpazifischen Landbrücke für notwendig.

Die Galaxiidae (Fische) und die Cystognathidae (Amphibien) sind Australien und Südamerika gemeinsam. Die Regenwürmer der zwischen Neuseeland und der Antarktis liegenden Inselgruppen sind mit denen Südamerikas und Südafrikas näher verwandt als die der Hauptinseln von Neuseeland. Die Parastacidae (Süßwasserkrebse) sind beschränkt auf Australien, Tasmanien, Neuseeland, das südliche Südamerika und Madagaskar. *Boeckella*, ein Süßwassser-Copepode, lebt in den Seen von Tasmanien, Neuseeland und dem südlichen Südamerika. Kolbe wurde durch das Studium der Käfer zu dem Schluß geführt, daß die südlichen Teile von Südamerika, Australien und Neuseeland im Alttertiär mit einem antarktischen Kontinent verbunden waren. *Diplodon* (Unionidae) lebt in den Flüssen des westlichen und südlichen Südamerika, in Neuseeland, Tasmanien und Australien. Nördlich dieser Länder ist die Gattung weder lebend noch fossil bekannt.

Verf. hebt nochmals die Unmöglichkeit hervor, alle diese Erscheinungen durch die Theorie zu erklären, daß alle Tiergruppen von N ausgegangen und allmählich gegen S vorgerückt sind.

Die Eocänschichten von Patagonien und Neuseeland enthalten manche identische Arten und die gemeinsamen Gattungen sind sehr zahlreich. Dagegen zeigt das Alttertiär von Chile wenig Beziehungen zu Neuseeland, was gegen eine direkte Küstenlinie in dieser Richtung spricht.

Der südamerikanische Kontinent setzt sich als deutliche Untiefe bis zu den Falklandsinseln fort. Diese bestehen großenteils aus Sedimentgesteinen, in denen das Devon durch Fossilien nachgewiesen ist.

Der gegenwärtig ausgestorbene Wolf der Falklandsinseln ist dem nordamerikanischen Coyoten am nächsten verwandt. Die Anwesenheit dieses Tieres auf den Falklandsinseln ist ebenso schwer zu erklären als die Frage, wovon er eigentlich lebte. Scharff vermutet, daß größere Nagetiere vorhanden waren, aber schon vor der Ankunft des Menschen ausstarben.

Die Regenwürmer von Neuseeland zeigen Beziehungen zu den südlichen Teilen Afrikas und Amerikas.

Die schottische Südpolexpedition hat gefunden, daß zwischen Madagaskar, der Antarktis und Feuerland ein breiter submariner Rücken liegt. Auf den südlichen Orkney-Inseln und auf Süd-Georgia kommen Sedimentgesteine vor.

Enderlein kommt auf Grund der antarktischen Insektenfauna zur Annahme der Pendulationshypothese, die hier als bekannt vorausgesetzt werden kann. Er glaubt, daß wir mit ihrer Hilfe einen großen Südkontinent entbehren können. Schmälere Landbrücken, die zu verschiedenen Zeiten verschiedene Kontinente mit der Antarktis verbanden, würden genügen. Scharff hält — wie die meisten Geologen — die Pendulationshypothese nicht für genügend erwiesen. **J. v. Pia.**

Personalia.

Im Kampfe fürs Vaterland gefallen.

Philipp Karl Bill, zweiter Assistent am Mineralogischen und Petrographischen Institut der Universität Straßburg und Kriegsfreiwilliger im Infanterie-Regiment 126, wird seit dem nächtlichen Sturmangriff am 2. November 1914 gegen die Engländer bei Zandvoorde vermißt. Ein acht Tage später gefallener Freund, der einen schwerverwundeten Kameraden aus der Feuerlinie zurückgeleitete, sah im Mondschein Bill am Waldessaum liegen, konnte aber nicht feststellen, ob er tot oder nur verwundet sei. Alle seitherigen Nachforschungen nach Bill blieben erfolglos; man muß daher annehmen, daß er am 2. November 1914 gefallen ist.

Bill war am 15. Mai 1889 in Straßburg geboren. Hier studierte er von 1909 ab Naturwissenschaften; nur im Sommersemester 1911 besuchte er die Universität Marburg. In den letzten Jahren beschäftigte er sich eingehender mit der Geologie seines Heimatlandes und speziell der Vogesen. Eine Arbeit über das Granitmassiv von Hohwald, die er als Dissertation einreichen wollte, hatte er fast zum Abschluß gebracht. Nebenher durchstreifte er in seiner freien Zeit auch das Vorland der Vogesen und machte, dank seinem scharfen Blick, manche wichtigen Funde von Mineralien und Versteinerungen. Unter den letzteren boten ein hervorragendes Interesse die zahlreichen Krebse, die er im Buntsandstein entdeckte und in einer schönen Arbeit: „Über Crustaceen aus dem Voltziensandstein des Elsasses“ in den Mitteilungen der Geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen (VIII. 1914. p. 289—338) näher beschrieben hat. Wir waren berechtigt, große Hoffnungen an seine weitere Entwicklung zu knüpfen; sie sind nun mit ihm ins Grab gesunken. Alle, die ihn gekannt, werden ihm wegen seines bescheidenen Wesens, ernsten Strebens und lauteren Charakters stets ein treues Gedenken bewahren.

Ernannt: Dr. **K. Papp**, Geologe an der Geologischen Reichsanstalt in Budapest, zum a. o. Professor der Geologie an der dortigen Universität.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Hans von Staff †.

Von **Edwin Hennig.**

„Gestorben oder gefallen“, so lautete die erste lakonische Hiobspost, die im August 1915, also nach dem Falle der deutsch-südwestafrikanischen Kolonie, in der Heimat eintraf. Im Frühjahr 1914 war Dr. Hans von Staff, dem kurz zuvor vom preußischen Kultusminister der Professortitel verliehen worden war, als Regierungsgeologe der Kolonie hinausgezogen. Der Ausbruch des ungeheuren Völkerkampfes hatte auch die Verbindung mit ihm jählings durchbrochen. Was unsere Volksgenossen in den Schutzgebieten im Verlaufe des Krieges körperlich und seelisch durchgemacht haben, monatelang abgeschnitten von jeder Nachricht über die nächsten Angehörigen in so schwerer Zeit, in Ungewißheit über das Schicksal des so hart umdrohten Vaterlandes selbst, jeder Zufuhr, auch derjenigen unentbehrlichster ärztlicher Hilfsmittel, in einem dem Europäer von Natur fremden, ja feindlichen Tropenlande beraubt, wir werden es erst nach dem Kriege erfahren. Wenn wir nun leider die Gewißheit haben, daß von Staff im Juni 1915 dem Typhus erlegen ist, so müssen wir wohl auch diesen herben Verlust als ein Opfer des Weltbrandes, vielleicht der erbarmungslosen Art der Kampfführung durch unsere Gegner, auffassen. In friedlicher Zeit hätte er uns und den Seinen vielleicht erhalten werden können.

Die Wissenschaft hat an ihm einen glänzend begabten, vielversprechenden Jünger verloren. Wollen wir uns, die wir ja die letzte Ehre dem Toten nicht erweisen können, in stillem, dankbarem Angedenken sein Bild nochmals vergegenwärtigen, so ist es keine leichte Aufgabe, sein Wesen und sein Werk so zu kennzeichnen, daß jeder, der ihn kennen lernte, das Erinnerungsbild, das ihm von dem Toten vorschwebt, wieder erkennt. Diese Schwierigkeit ist in der seltenen und so ganz eigenartigen Persönlichkeit Hans von Staff's selbst begründet. Ein ungemein lebhaftes Temperament ließ ihn nicht selten in Extremen leben und reden. Er konnte ein äußerst verbindliches Wesen zur Schau tragen, und wo er sich in anderen Seelen heimisch fühlte, schnell Wurzel fassen, ja zu inniger Freundschaft gelangen. Aber nach dem Satze des Weisen

Was euch das Innere stört
Sollt ihr nicht leiden

konnte Wesensfremdheit bei ihm leicht in eine leidenschaftliche Gegnerschaft umschlagen. Es sind deren vielleicht nicht wenige, die sein heißes Blut sich auf solche Weise entfremdet hat. Auch der Unversöhnlichste aber würde in ihm den Mann von Rasse anerkennen müssen. Zuweilen mochte es fast scheinen, als wäre ihm Kampf, sei es auch nur in Form der Polemik auf wissenschaftlichem Boden ausgefochten, ein Lebensbedürfnis. Sein überaus scharfer Witz und Verstand, sein ganz erstaunliches Gedächtnis waren Waffen, die ihn in mündlicher Diskussion zu einem höchst achtbaren Gegner machten, und die er mit großer Vorliebe gebrauchte. Sie kommen auch in seinen Veröffentlichungen mit hohem Vorteil zur Geltung. So war er ferner bei einem ausgesprochenen Sinn für Humor und einem schier unerschöpflichen Schatz von Schnurren und Anekdoten ein jederzeit munterer und meist in höchstem Maße anregender Gesellschafter und Lehrer.

Zu seinem Tatendrange gesellte sich eine sehr vielseitige Interessiertheit und Begabung. Eine geschickte Hand und ein ästhetischer Sinn gelangen wohl schon ganz äußerlich in seiner Handschrift zum Ausdruck, betätigten sich aber auf den verschiedensten Gebieten. Ein eifriges Studium philosophischer Schriften trägt in dem festen Erfassen und Herausarbeiten der Probleme reiche Früchte und spiegelt sich wohl gar in seiner gedankenreichen, aber zuweilen dadurch allzuschweren, an Kant's Stil oft lebhaft erinnernden Diktion wieder. Die Fülle der auf ihn einströmenden Fragen sprengt zuweilen den Text und führt zu einem Übermaß an Fußnoten in vielen Arbeiten, aber auch zu einer Lebhaftigkeit des Textes, in der man dauernd echt wissenschaftlichen Geist am Werke verspürt. Hindernisse und Schwierigkeiten beseitigte sein starker Wille spielend. Sie waren es ja gerade, an denen er sich dauernd übte und stählte. Traten sie ihm nicht von selbst entgegen, so suchte er sie auf. Hierin wurzelt neben seinem streitbaren Sinn seine Liebe für alpine Hochtouren, die er stets führerlos unternahm, und für manchen anderen Sport; hierin betätigt sich sein Abenteurerblut, das ihn, den mit Mitteln nicht sonderlich Gesegneten, in jungen Jahren Teile aller Kontinente außer Australien aufsuchen und noch viel mehr Reisepläne schmieden ließ. So liegt denn auch die Wahl der Geologie als endgültiges Berufsfach tief in seinem innersten Wesen begründet: Ausgedehnte eigene Beobachtung, Liebe zur Natur und zur Arbeit im Freien, scharfe Auffassungsgabe und intensivster, nie ermüdender Forscherdrang waren vortreffliche Grundlagen seines Schaffens und haben höchst achtenswerte Leistungen auf wissenschaftlichem Gebiete hervorgebracht, größere noch vielleicht versprochen.

Geboren am 10. Oktober 1883 hat Hans von Staff nur ein Alter von 31 Jahren erreicht. In Breslau aufgewachsen, verließ

er dort das Gymnasium mit 18 Jahren und bezog die Universität. Die vier ersten Semester widmete er der Jurisprudenz; eines davon verbrachte er in Lausanne und gewann hierbei schon eingehende touristische Bekanntschaft mit den Westalpen, während er von der Vaterstadt aus in zahlreichen Wanderungen des Sommers und Winters mit dem nahen Riesengebirge aufs innigste vertraut wurde. Beiden Gebieten trat er später in sehr selbständigen, ja vielleicht neue Bahnen eröffnenden geologischen Studien noch näher. Nachdem er über seine wissenschaftlichen Neigungen Klarheit gewonnen hatte, vollzog er denn auch zielbewußt den Wechsel des Studiums, nun schon keineswegs unvorbereitet für das Verständnis geologischer Objekte. So konnte er in verhältnismäßig kurzer Zeit im Jahre 1906 in Breslau den Doktortitel erwerben. Seine stratigraphisch-tektonische Dissertation behandelte das Gerecse-Gebirge, an der Donau, südwestlich am Gran gelegen, die unter Leitung von Frech durch Vermittlung des Direktors der Geologischen Landesanstalt in Budapest, v. Loczy, genauer aufgenommen wurde. Nun ergriff er die erste sich ihm bietende Gelegenheit, auf einer Auslandsreise den ferneren Studiengang auf möglichst breiter Basis weiterzubauen: er nahm an dem Internationalen Geologen-Kongreß in Mexiko teil, fand in den Vulkanriesen des Landes wieder Gelegenheit, sich bergsteigerisch zu betätigen und unternahm im Anschluß an die gemeinsamen Exkursionen auch eine Sammelreise in die Kreide von Texas. Ist eine begonnene Bearbeitung des dabei gewonnenen Materials (zusammen mit älterem Roemer'schen) auch nicht zu einem Abschluß gelangt, so hat um so mehr die Berührung mit einem unter tropischem Klima gelegenen Lande einerseits, mit der Literatur Nord-Amerikas andererseits nachhaltig auf ihn eingewirkt. Bald nach der Rückkehr siedelte er von Breslau nach Berlin über, wo er sich — abermals nach der kürzesten zulässigen Frist — 1909 für Geologie und Paläontologie habilitierte. Das ebenfalls auf Frech's Anregung zurückgehende Thema der Arbeit war diesmal ein paläontologisches, die Vollendung der von Schellwien begonnenen, groß angelegten Monographie der Fusulinen. Sein Sinn für das Praktische und Exakte kam hierbei in der Durcharbeitung und Verwertung einer gewaltigen Fülle von Dünnschliffen auf seine Rechnung. Von Juli 1909 bis Mai 1911 übernahm er vertretungsweise auch eine Assistentenstelle am Berliner geologisch-paläontologischen Institut. In dieser Eigenschaft betätigte sich der Rastlose in mannigfacher Weise organisatorisch, brachte vor allem eine wertvolle Kartensammlung zustande. Das Studium geologischer Karten pflegte er besonders eifrig und machte es auch zum Gegenstande der von ihm abgehaltenen Übungen im Universitätsunterricht. Eine hübsche, klare Studie (No. 16 des Schriftenverzeichnisses) sei als eine der Früchte dieser Beschäftigung genannt.

In gleicher Eigenschaft fand er nach einer kleineren, mit bescheidenen eigenen Mitteln durchgeführten Reise in Kleinasien auch wieder Gelegenheit, weiter hinauszuziehen: er stieß als dritter Teilnehmer im Mai 1911 zur Tendaguru-Expedition in Deutsch-Ostafrika und beteiligte sich während eines halben Jahres an der Leitung der ausgedehnten Ausgrabungen. Voller Eifer stürzte er sich nebenher auf die reiche morphologische Beute, die das Plateaugebiet im Lindi-Kilwa-Hinterlande ihm bot.

Die ersten Anregungen zur Morphologie, dieser seiner geologischen Haupt- und Lieblingsaufgabe, mag er aus Amerika mitgebracht haben. Begierig griff er die in Deutschland erst durch Davis' Einfluß Eingang findende Methode geologisch-geographischer Denkweise auf und gewann ihr, als einer ihrer ersten Jünger in Deutschland, wenigstens unter den Geologen, eine ganze Reihe hochinteressanter Ergebnisse ab. Mit der ihm eigenen Intensität vertiefte er sich in die Probleme dieses Grenzgebietes, verfocht er auch die durchaus nicht unbegründete Meinung, daß nur die Verbindung mit Stratigraphie und Tektonik in weitestem Maße zu solchen Arbeiten befähige, daß es sich also um ein unveräußerliches Gebiet der Geologie handele. Es wird auch niemand seinen Arbeiten abstreiten können, daß sie in den zur Betrachtung herangezogenen Gebieten (er behandelte unter diesen Gesichtspunkten das Riesengebirge, Böhmen, das Elbsandsteingebirge, den Böhmerwald, den Harz, die Westalpen, Teile von Deutsch-Ostafrika) die Stratigraphie, besonders terrestrischer Sedimente, vor allem aber die Tektonik mit einer Fülle von Beweismaterial fördern, die ohne Zuhilfenahme der äußeren Landschaftsformen nicht zur Verfügung gestanden hätten. von Staff ging also — mehr und mehr bewußt — einen umgekehrten Weg wie der Geograph, wenn er die Morphologie zum Ausgangspunkte nahm und auf den Ausbau einer „Geomorphogenie" zusteuerte. Dieses ganze Streben fügte sich nebenbei vorzüglich dem Zuge einer Zeit ein, die die Geologie nicht mehr nahezu ausschließlich als Wissenschaft vom Entstehen und Vergehen der Meere aufzufassen weiß, sondern in immer erhöhtem Maße den Vorgängen auch auf dem festen Lande Verständnis abzugewinnen sich bemüht. Ich selbst danke ihm, was ich an dieser Stelle treuen Gedenkens gern bekennen möchte, wichtige Anregungen und Belehrung auf diesem seinem Spezialgebiete. Voller Freude und Bewunderung entsinne ich mich jener ersten Tage unseres Zusammenseins auf afrikanischem Boden, wo er in glänzendem Anschauungsunterrichte von der Warte unseres Tendagurulagers aus und auf manchem gemeinsamem Ausflug in seiner lebhaften Art das vor uns ausgebreitete Land und seine Formen entstehen ließ und manchen lange von mir in früheren Diskussionen verteidigten Zweifel angesichts der Natur zu beseitigen verstand.

Nur verhältnismäßig kurze Zeit stand ihm zur Ausarbeitung

seiner reichen Ergebnisse zur Verfügung. Aber nebenher konnte er noch wieder ähnliche Probleme im Gebiete der Lausitzer Überschiebung verfolgen, sowie einen ehrenvollen staatlichen Auftrag geologischer Aufnahmen im Böhmerwald zu Naturschutzzwecken übernehmen. Schon zog es ihn dann wieder hinaus, neuen Aufgaben entgegen. Die Teilnahme an der Tendaguru-Expedition hatte ihn mit einem ganz neuen, für seine morphogenetischen Studien besonders wertvollen Tropenlande bekannt gemacht. Manches neu aufgesproßte und begierig verfolgte Problem hoffte er in Deutsch-Südwest wieder aufnehmen und zur Klärung bringen zu können. Für das Studium dieses Landes war er somit ganz hervorragend vorbereitet und hätte in dreijähriger Erkundungstätigkeit ohne Frage wertvolle Arbeit geleistet. Er sollte von dieser dritten seiner größeren Auslandsreisen nicht mehr zurückkehren.

Eine ungewöhnlich ausgedehnte Kenntnis der verschiedensten Länder, ihrer Klimata und deren Einwirkung auf die Gestaltung der Erdoberfläche stand ihm schon jetzt zur Seite. Welch schweren Verlust erleidet die Wissenschaft durch die Ausschaltung solcher in einem klaren Kopfe aufgespeicherter Kenntnisse!

In seinem Wesen, seinen Methoden und Anschauungen war er — zu seiner Ehre sei es gesagt! — noch mitten in vollster Entwicklung. Der Härten und Widersprüche gab es in seinem ausgeprägten Charakter genug, denen man eine gewisse Abrundung und Durcharbeitung wohl voraussagen konnte. Auch in seinen Arbeiten wird man manches finden, was weiterer Ausreifung offenbar noch entgegenging. Um so lebensvoller steht er uns so, wie er von uns schied, vor Augen.

Auf seine wissenschaftliche Tätigkeit sei im einzelnen nicht eingegangen. Das Verzeichnis seiner Arbeiten spricht von reger vielseitiger Beschäftigung mit Stoffen aus geologischen und paläontologischen Gebieten. Eine Eigentümlichkeit wird auch hier bemerkt werden: seine Vorliebe für gemeinsames Arbeiten mit anderen Fachgenossen. Ich würde es für eine grobe Verkennung halten, wollte man darin eine gewisse Unselbständigkeit erblicken; die lag wahrlich in seinem Wesen nicht! Seine Ansichten aber entwickelten sich nicht selten im Widerstreit der Meinungen, den er so geschickt auszufechten verstand. Er liebte es, seine Gedanken mit anderen zu besprechen, am Gegner zu erproben. Dann aber sah er eine Forderung der Gerechtigkeit darin, dem Mitarbeiter bei der Veröffentlichung der gemeinsam geklärten Anschauungen auch zum Worte zu verhelfen. Mag das nicht immer der Gang der Dinge gewesen sein, die Wurzeln jener Erscheinung sind jedenfalls hier zu suchen.

Hervorgehoben sei auch die bemerkenswerte Kraft seines Vorstellungsvermögens, die ihn befähigte, zu Fragen über Gebiete Stellung zu nehmen, die er nicht aus eigener Anschauung kannte.

So griff er in eine von verschiedenen Seiten geführte Diskussion über die größeren Züge im Bau der Insel Celebes ein; so ging er an eine sichere Widerlegung der Anschauungen Mayr's über die Geschichte des Böhmerwaldes, obwohl er damals das Gebiet aus eigener Anschauung noch nicht kannte! Der staatliche Auftrag war vielmehr eine Folge seines Eingreifens in die Lösung jener Fragen. Leider sind die Ergebnisse seiner Aufnahmen daselbst, nach gütiger Mitteilung des Herrn Geheimrat Conwentz, bisher nicht zur Veröffentlichung gelangt.

Sichere Beherrschung aller einschlägigen Literatur vermöge seines außergewöhnlichen Gedächtnisses, im besonderen auch Heranziehung der amerikanischen Schriften, aus denen er viele befruchtende Lehren zu übernehmen und zu übertragen wußte, sowie ein zuweilen fast übertrieben anmutender Drang, die jüngsten Pfade der Wissenschaft zu betreten oder selbst solche zu öffnen, sprechen aus allen seinen Arbeiten. Und wir dürfen dem von uns Gegangenen das ehrende Zeugnis mit ins ferne Grab geben, daß er in kurzer wissenschaftlicher Tätigkeit nicht umsonst gelehrt und gestrebt hat.

Trier, im Oktober 1915.

Veröffentlichungen von H. v. Staff.

1. 1905. Zur Stratigraphie und Tektonik des ungarischen Mittelgebirges. I. Geresce-Gebirge. Dies. Centralbl. p. 391—397.
2. 1906. Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik des Gerecse-Gebirges. Mitt Jahrb. k. ungar. geol. Anst. p. 185—234. (Dissertation.)
3. — Wind und Schnee. Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenver. **37**.
4. 1908. Stratigraphische Einleitung zu E. Schellwien †. Monographie der Fusulinen. Teil I. Palaeontogr. **55**.
5. — (zusammen mit O. Eck): Über die Notwendigkeit einer Revision des Genus *Neolobites* Fisch. Sitzber. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin. No. 9.
6. — Über Schalenverschmelzungen und Dimorphismus bei Fusulinen. Sitzber. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin. No. 9.
7. — Zur Entwicklung der Fusuliniden. Dies. Centralbl. p. 691—703.
8. 1909. Zur Siphonalasymmetrie der Juraammoniten. Földtani Közlöny. **39**.
9. 1910. Zur Entstehung einiger Züge der Riesengebirgslandschaft. Wanderer im Riesengebirge. 30. Jahrg. No. 3.
10. — Die Anatomie und Physiologie der Fusulinen. Zoologica. Heft 58. (Habilitationsschrift.)
11. — Der obercarbone Foraminiferensapropelit Spitzbergens. (Zusammen mit R. Wedekind.) Bull. Geol. Inst. Upsala. **10**.
12. — Vom Grundwasser des Riesengebirgskammes. Naturw. Wochenschrift.

13. 1910. Zur Entwicklung des Flußsystems des Zackens bei Schreiberhau im Riesengebirge. Eine geomorphogenetische Studie. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXI. p. 158—183.
14. — Über Kulissenfalten. Eine vergleichend-tektonische Studie. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXX.
15. — Zur Entwicklung des Flußsystems und des Landschaftsbildes im Böhmerwald. Dies. Centralbl. No. 18.
16. 1911. Über Strukturisohypsen. Zur Einführung in das Verständnis geologischer Karten. Zeitschr. f. prakt. Geol. **19**. Heft 3.
17. — (zusammen mit H. Reck): Einige neogene Seeigel von Java. In: M. Lenore Selenka und M. Blanckenhorn, Die *Pithecanthropus*-Schichten auf Java. Geol. u. pal. Ergebnisse der Trinil-Expedition 1907 und 1908. Leipzig 1911.
18. — Zum Problem der Entstehung der Umrißform von Celebes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **63**. Monatsber. No. 3.
19. — (zusammen mit H. Reck): Über die Lebensweise der Trilobiten. Eine entwicklungsmechanische Studie. Sitzber. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin. No. 2.
20. — (zusammen mit H. Reck): Die Lebensweise der Zweischaler des Solnhofener lithographischen Schiefers. Ebenda No. 3.
21. — (zusammen mit H. Rasmuss): Zur Morphogenie der Sächsischen Schweiz. Geol. Rundschau. **2**.
22. 1912. Zur Morphogenie der Präglaziallandschaft in den Westschweizer Alpen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **64**. p. 1—80.
23. — Monographie der Fusulinen (geplant und begonnen von E. Schellwien †). III. Die Fusulinen (Schellwienien) Nordamerikas. Palaeontogr. **59**.
24. — Geschichte der Umwandlungen der Landschaftsformen im Fundgebiet der Tendaguru-Saurier. Sitzber. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin. p. 142.
25. — Fluviatile Abtragungsperioden im südlichen Deutsch-Ostafrika. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **64**. Monatsber. No. 4.
26. — Die Alpengeologie auf dem 18. Deutschen Geographentage zu Innsbruck, Pfingsten 1912. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **64**. Monatsber. No. 6.
27. — Morphologische Ergebnisse der Deutschen Tendaguru-Expedition in Ostafrika 1911. Vortrag, gehalten auf dem 18. Deutschen Geographentag zu Innsbruck 1912.
28. 1914. Beiträge zur Geomorphologie und Tektonik Deutsch-Ostafrikas. (Wissenschaftliche Ergebnisse der Tendaguru-Expedition 1909—1912.) Archiv für Biontologie. III. Heft 3. p. 73—227.
29. — Die Geomorphogenie und Tektonik des Gebiets der Lausitzer Überschiebung. Geol. u. Paläont. Abh. N. F. **13**. Heft 2. p. 83—123.

Die Zweiteilung der Niederterrasse im Flußgebiete des diluvialen Neckars.

Von **Wilhelm Freudenberg.**

Die Gleichstellung außeralpiner Schottersysteme mit den typischen Vorkommnissen des Alpenvorlandes nimmt an Unsicherheit zu, je weiter wir uns nach dem Pliocän hin bewegen. Einige Sicherheit hat nur die Beurteilung intakter Schotterfelder, die in geringer (ca. 10 m) Höhe über dem heutigen Flußspiegel mit ihrer Oberkante liegen. Derartige Schotter sind bekannt aus der Tübinger Gegend mit einem typischen *Elephas primigenius*, aus der Gegend von Kirchheim am Neckar[1] und aus dem Niederterrassenfeld von Heidelberg, wo eine relativ reiche Diluvialfauna allmählich zum Vorschein kommt. Sie ist hier bis gegen Friedrichsfeld hin in zahlreichen Kiesgruben und durch Bahnanlagen erschlossen und enthält eine arktische Diluvialfauna, zumeist in den tieferen Teilen der bis zu 7 m tiefen Aufschlüsse. Bisher wurden folgende Arten beobachtet: 1. *Elephas primigenius* var. *sibirica*. Diese Rasse wird angezeigt durch einen schön spiralgekrümmten Stoßzahn in meiner Sammlung. Er gleicht manchen Exemplaren aus dem Cannstatter Lehm, eine Form, die in mehreren Stücken im Naturalien-Kabinett zu Stuttgart aufbewahrt und in einem besonders typischen Exemplar von W. Dietrich abgebildet wurde. 2. *Rhinoceros tichorhinus*. 3. *Equus* sp. 4. *Bison priscus*. 5. *Rangifer tarandus*. 6. *Ovibos moschatus* — vom Moschusochsen liegt ein Schädel im Heidelberger Geologischen Museum. 7. *Felis spelaea*, im Karlsruher Landesmuseum durch einen von Futterer gesammelten Eckzahn vertreten. Diese Fauna weist durch das ausschließlich vertretene arktische und subarktische Element einen deutlichen Unterschied auf von der Fauna des jüngeren Löß, die den Riesenhirsch[2] besonders reichlich aufweist und in einer Lehmzone in etwa $\frac{1}{2}$ m Höhe über der Basis des jüngeren Löß auch reine Waldtiere führt (*Cervus elaphus*, ? *Rhinoceros Mercki*). Wichtig ist, daß die basalen Niederterrassenschotter die gleiche arktische Fauna führen wie die hangenden Niederterrassenschotter, welche besonders bei Weinheim in sandiger Fazies fossilführend entwickelt sind. Es sind dies Schotter der Weschnitz, die in großer Ausdehnung den nördlichen Teil der Weinheimer Diluvialterrasse bilden. Sie liegen stets über jüngerem Löß, enthalten aber manchmal etwas Löß eingelagert. Ihre Fauna wird am

[1] Vergl. Bräuhäuser's Dissertation. Tübingen.

[2] Der postglaziale irische Riesenhirsch ist in einem hannoverschen Torfmoor von Struckmann gefunden worden, wie ein Kiefer im Hildesheimer Römermuseum zeigt.

besten am Schlangenbühl gesammelt. Sie ist die gleiche wie bei Heidelberg. Ich wies folgende Arten nach: 1. *Elephas primigenius* cf. var. *sibirica*. 2. *Rhinoceros tichorhinus*. 3. *Equus Przewalskii*, das im Solutréen verbreitete sibirische Wildpferd. 4. *Bison priscus*, ein vom Menschen künstlich gespaltener Metatarsus[1]. 5. *Ovibos moschatus*. 6. *Spermophilus* cf. *rufescens*. 7. *Felis catus*. Vom genannten Wildpferd besitze ich ein vollkommenes Skelett von der Dornbach südlich von Weinheim, von *Ovibos* einen vortrefflichen Schädel aus den lößartigen oberen Flugsanden am Schlangenbühl. Grobe Geröllagen sind in die äolischen Bildungen am Schlangenbühl verschiedentlich eingelagert; oben wie unten finden sich solche lokale Blockanhäufungen. Dem entspricht das Vorkommen großer Eistransportblöcke von Granit und Buntsandstein in der Niederterrasse von Heidelberg[2]. Man findet sie oben wie unten. Als glazial ist der obere wie der untere Schotter anzusprechen, und zwar gehört er der Würmeiszeit an, wie seine tiefe Lage und die direkte Überlagerung resp. Anlagerung alluvialer Bildungen dies einwandfrei beweisen.

Die ersten diesbezüglichen Hinweise gab ich in meinem Aufsatz: Die Rheintalspalten bei Weinheim an der Bergstraße aus tertiärer und diluvialer Zeit[3]. Was rechtfertigt aber die Annahme einer Zweiteilung dieser Niederterrassenschotter oder Sande? Unlängst beschrieb W. Spitz[4] ein Profil der Niederterrassenschotter bei Heidelberg. Hier zeigt sich die Zweiteilung der Schotter ganz deutlich. Die Gerölle sind oben etwas kleiner als unten nach meinen Beobachtungen bei Friedrichsfeld. Was aber besonders den zeitlichen Hiatus zwischen liegenden und hangenden Schottern beweist, das sind die Erdbebenspalten, die nur den unteren Schotter durchsetzen, vom oberen Schotter aber horizontal abgeschnitten werden.

Genau das gleiche Verhalten zeigt eine ostwärts fallende, etwa 80° steile Erdbebenspalte mit schiefgestellter eingesunkener Scholle. Die Spalte durchsetzt der Komplex der unteren Niederterrassensande am Schlangenbühl bei Weinheim mit *Pupa columella* als Leitfossil. Eine Verwerfung ist nicht nachweisbar an dieser Stelle, doch bricht der Granit, dem die Sande über älteren Dilu-

---

[1] Vergl. W. Freudenberg, Spuren des diluvialen Menschen in der Pfalz. Ber. Oberrhein. Geol. Vereins. 1908.

[2] Diese Zone scheint den oberen Travertinen von Ehringsdorf und den oberen Beckentonen von Rabutz (über der Geschiebebank) zu entsprechen. Die unteren Travertine und Beckentone mit Taubach-Fauna sind in die Zeit der großen Gletscherrückzüge zwischen der ersten und der zweiten Phase der Rißeiszeit zu verlegen..

[3] Dies. Centralbl. 1906.

[4] Verhandl. d. naturhist.-mediz. Vereins zu Heidelberg.

vialschichten auflagern[1], steil gegen sehr mächtige Alluvialschichten ab, die in 5—7 m Tiefe noch römische Überreste liefern, ein Zeichen für ganz junge Absenkungen am Westabhange des Odenwalds nördlich Weinheim. — Über der Erdbebenspalte in den unteren Flugsanden der Schlangenbühl Sandgrube liegen völlig ungestört die oberen Sande, horizontal gelagert über den unteren Dünensanden, mit ihrem bis 45° steilen Gehängewinkel. Das lehrreiche Profil habe ich photographisch festgehalten.

Ganz nahe dieser Spalte ist auch der 65 cm breite, 1911 von mir beschriebene Grabeneinbruch von Flugsanden in jüngerem Löß aufgeschlossen. Dieser bildet das Liegende der Sande hier wie auch sonst. Nach neueren Beobachtungen ist der jüngste Löß, der sich über den oberen (horizontalen) Niederterrassensanden ausbreitet, nicht mehr in dem Grabenkeil vorhanden, wird aber ursprünglich mit oberen horizontalen Sanden den Graben diskordant überdeckt haben. Der Zeitpunkt des Verwerfungsvorganges dürfte auch hier intraglazial, vielleicht interstadial, gewesen sein. Wir haben also eine starke Erdbebenperiode, verbunden mit Absenkungen des Rheintalgrabens an seinem östlichen Rande, im Würmglazial nachzuweisen. Die folgenden Beobachtungen im Diluvium von Tübingen bestätigen und ergänzen die hier am unteren Neckar gewonnenen Erfahrungen.

Seit Quenstedt's Zeiten kommen in den Lehmgruben am Käsebach bei Tübingen immer wieder diluviale Säugetiere zum Vorschein. Quenstedt sammelte Kieferchen von Lemming und Ziesel (*Spermophilus rufescens*) in Lößkindeln, die dort rötlich gefärbt sind durch die Beimischung von Keupermergel. Prof. Koken setzte die Sammlung fort und schrieb im Beginn seiner dortigen Amtstätigkeit in dies. Centralbl. über: „Hochterrasse und Steppenfauna bei Tübingen". Er glaubte in den Lehmen und Schottern des Käsebachs eine Bildung der vorletzten Eiszeit zu erkennen, eine Vermutung, der ich auf Grund eines mehrjährigen Studiums der Fundstelle widersprechen muß. Es sind Bildungen der Niederterrassenzeit, also der letzten, nicht der vorletzten Eiszeit. Das Tiefste ist ein Keuperschutt mit *Equus germanicus* Nehring, dem Pferd der jüngeren Lößzeit. Allenfalls ist das Tiefste des Profils der Deckerschen Lehmgrube, dieser Keuperschutt, dem jüngerer Löß auflagert, als ein Äquivalent der (jüngeren) Phase der Rißeiszeit aufzufassen. Aber die Hauptmasse der Lehmbildungen, die 5 m und mehr betragen, gehören dem letzten Glazial an. Über dem jüngeren Löß folgt ein oft sehr mächtiger Gehängeschutt aus

[1] Beiträge zur Gliederung des Quartärs von Weinheim, Mauer, Jockgrim usw. und seine Bedeutung für den Bau der oberrheinischen Tiefebene. Notizbl. d. Vereins f. Erdk. u. d. großh. hess. geol. Landesanstalt. Darmstadt 1911. Textfig. 1. p. 77.

Stubensandsteinblöcken, die oft tief durch ihr Eigengewicht in den Löß darunter eingesunken sind. In diesem Schotter finden sich Knochen, aber besser erhalten sind sie in den Lehmbildungen darüber. Das Tübinger Geologische Institut bewahrt aus dem oberen Komplex (Gehängeschutt und sandigem Lehm) folgende Arten: *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Equus Przewalskii*, *Cervus tarandus*, *Bison priscus*, Lemming, Ziesel. Renntierstangen sind in schöner Erhaltung gefunden worden, und nie war ein Rest von Edelhirsch oder Riesenhirsch damit vergesellschaftet. Dieser Befund ist ganz im Einklang mit den Beobachtungen bei Heidelberg und Weinheim.

Die Lehmbildungen, welche hauptsächlich zur Ziegelbereitung dienen, zeigen etwa in ihrer Mitte eine prachtvolle Erosionsdiskordanz, darüber eine neue Steinsohle, und es folgt der obere Lehm, oft merkwürdig gestaucht durch Gehängerutschung. An Moräne darf nirgends gedacht werden. Der Gehalt an äolischem Material (verschwemmter Löß) ist beträchtlich, zumal über den jeweiligen Steinsohlen.

Gegen oben stellt sich eine dunklere Keuperfarbe ein. Dann folgt ein feinsandiger gelber Lehm, ein Äquivalent des jüngsten Löß am Schlangenbühl bei Weinheim; schließlich ein Lehm mit Waldfauna: Reh, Edelhirsch etc. Die Conchylienfauna der zweiteiligen Lehmmasse legte ich Herrn Prof. Geyer [1] vor, der darunter *Helix hispida* L., *Clausilia parvula* Strid., *Helix arbustorum*, *Pupa muscorum* und *Pupa columella* bestimmte. Die letztere ist arktisch und alpin und spricht, wie die reichlichen Reste des Renntiers, für ein kaltes Klima.

Tektonisch gesprochen ist das beschriebene Profil außerordentlich interessant durch die Erosionsdiskordanz. Sie zeigt uns im Verein mit den Profilen der Niederterrasse bei Weinheim und Heidelberg, daß zur Niederterrassenzeit eine Erosionsperiode im Neckartal **nachweisbar** bestanden hat, verursacht durch tektonische Bewegungen (Senkungen) im Rheintal, als deren Äußerungen wir auch die zahlreichen Erdbebenspalten an der Bergstraße aufzufassen haben, soweit diese der Niederterrassenzeit angehören.

---

[1] Geyer schrieb mir am 26. Dezember 1908: Ich glaube nämlich, daß die rezente *Pupa Gredleri Clessin* identisch ist mit *P. columella*, die als unbestrittenes Glazialrelikt anerkannt ist und in den Hochalpen und Polargegenden noch lebt. *Pupa Gredleri* aber habe ich neuerdings in Württemberg gefunden zusammen mit zweifellosen Relikten, und ich würde daher gelegentlich Material von der fossilen *Columella* mir zu verschaffen suchen, um feststellen zu können, wie die fossile *Columella* sich zur rezenten *Columella* und zur rezenten *Gredleri* verhält.

Erinnern wir uns weiter, daß PENCK eine Zweiteilung der würmzeitlichen Moränen in eine obere und eine untere Abteilung nachweisen konnte, getrennt durch eine Schotterablagerung, auf die er die „Laufenschwankung" begründete, so gewinnt unsere Beobachtung der zweiteiligen Niederterrasse das weitere Interesse, daß ein tektonisches Ereignis im eisfreien Flußterrassen-Diluvium einem Eisrückzug im Alpengebiet zu entsprechen scheint. Die vorübergehende Senkungsperiode führte in den Glazialgebieten zu einem Gletscherrückzug, weil im Zusammenhang mit den Senkungen in den Depressionsgebieten eine positive Strandverschiebung an der europäischen Nordwestküste und niederrheinischen Bucht damals Platz gegriffen haben dürfte. Die Golfstromwirkung, die sich aus einem solchen Ereignis ergibt, kann nicht ohne Folgen bleiben auf den Stand der alpinen Endmoränen. Am großartigsten dürfte jedoch die wachsende Ausdehnung des Mittelmeeres den Stand der Alpen-Gletscher, insbesondere der westalpinen, beeinflußt haben[1].

Anhangsweise möchte ich hier erwähnen, daß als Seltenheit im Lehm des Käsebach-Diluviums bei Tübingen Gerölle von Muschelkalk vorkommen. Diese können nur einem alten Neckarlauf angehören, der im Ammertal floß, von Rottenburg über Wurmlingen vorbrechend.

Interessante Weißjuraschotter haben sich auf der nördlichen Stubensandsteinschulter des Österbergs gefunden. Diese scheinen von der Steinlach transportiert zu sein. Sie entsprechen ganz den Weißjuraschottern auf dem Galgenberg, die schon QUENSTEDT gekannt hat[2].

Die alluvialen Bildungen des Neckars beim Tübinger Elektrizitätswerk ruhen auf Schilfsandstein. Es ist ein Schotter, der in blauen Ton mit reichlichen Holzresten (Eiche) übergeht, darüber folgen wieder Schotter.

Eine vielleicht gleichaltrige Braunkohlenbildung beobachtete ich bei Karlsruhe unter ganz jungen lößähnlichen Bildungen am „Meßplatz" an der Durlacher Allee. Ton und Rheinkies folgt nach unten. Das Ganze ist der jüngsten Hochterrasse (Hochgestade) angelagert, die das Kilichfeld im Hardtwalde bildet.

---

[1] Vergl. M. BOULE, La Grotte de Prince. L'Anthropologie. 1906. XVII. p. 257.

[2] Die Fundstellen am Käsebach bei Tübingen waren schon dem alten GESSNER vor 200 Jahren bekannt. Sie werden von ihm als Zeugen der Sintflut angeführt. (Mitteilung von Prof. KOKEN.)

Besprechungen.

J. **Beckenkamp** (in Würzburg): Statische und kinetische Kristalltheorien. Zweiter Teil: Theorie der Ausbreitung der Energie in Kristallen durch Strahlung (Kristalloptik) und Veranschaulichung der optischen Eigenschaften der kristallisierten Kieselsäure durch statische Strukturbilder. (gr. 8⁰, 671 p. Mit 487 Textfiguren und 7 Stereoskopbildern. Berlin 1915, Verlag von Gebr. Borntràger [vergl. für den ersten Teil dieses Werkes: dies. Centralbl. 1913. p. 413]).

Wie im ersten, so wurde auch im vorliegenden Teile der historischen Entwicklung unserer heutigen Kenntnisse besondere Beachtung geschenkt, und im allgemeinen, entsprechend dem Titel des Gesamtwerkes, mehr Gewicht auf die theoretischen Resultate als etwa auf die Beschreibung einzelner Apparate gelegt. Eine Ausnahme von dieser Regel bildet die Beschreibung der verschiedenen Arten von Polarisatoren (Nicol'schen Prismen), welche mit Rücksicht auf die verschiedene Art der Verwendung ausführlicher vorgenommen wurde.

Der erste Abschnitt behandelt das optische Verhalten:

A. homogener durchsichtiger isotroper Medien ohne Drehungsvermögen,

B. homogener durchsichtiger anisotroper Medien ohne Drehungsvermögen,

C. absorbierender Medien ohne Drehungsvermögen,

D. heterogener Medien ohne Drehungsvermögen,

E. von anisotropen und isotropen Medien mit optischem Drehungsvermögen;

er gibt ferner

F. eine kurze Übersicht über die Entwicklung der mechanischen Lichttheorien

und behandelt dann

G. durch Spannungsausgleich elektrischer Ladungen erzeugte (Hertz'sche, korpuskulare und Röntgen-) Strahlen.

Aus dem Kapitel E möge auch an dieser Stelle auf die Begriffe der „reinen Drehung" und der „reinen Doppelbrechung" sowie auf den Unterschied der beiden Begriffe „Zirkularpolarisation" und „optische Drehung" hingewiesen werden.

Die gegenwärtige Notwendigkeit der Einfügung des bisher in den Lehrbüchern der Kristallographie nicht üblichen Inhalts des Kapitels G. der Besprechung der Hertz'schen, der korpuskularen und der Röntgenstrahlen, dürfte wohl außer Frage stehen.

Die Symmetrie des Interferenzbildes bei der Durchleuchtung eines Kristalls mit Röntgenstrahlen glaubte man aus der von

G. FRIEDEL gegebenen Ableitung bestimmen zu können. Für die von F. M. JAEGER beobachteten Interferenzbilder genügt jedoch die FRIEDEL'sche Regel nicht. Verf. gibt deshalb eine etwas andere, auch die Beobachtungen von JAEGER umfassende Erklärung der beobachteten Symmetriearten.

Der zurzeit üblichen Methode der Ableitung der Atomanordnung aus der Beugung von Röntgenstrahlen nach W. H. und W. L BRAGG liegen Voraussetzungen zugrunde, deren Richtigkeit a priori nicht ohne weiteres feststeht.

Der zweite Abschnitt gibt zunächst

H. eine kurze Übersicht über die älteren strukturtheoretischen Erklärungsversuche der optischen Drehung,

J. eine Beschreibung der verschiedenen Modifikationen des kristallisierten Siliciumdioxyds SiO_2 und

K. eine Ableitung von Strukturbildern für Quarz, Tridymit und für den bezüglich seiner chemischen Formel diesen beiden Formen des Siliciumdioxyds SiO_2 sehr nahestehenden Pyrit FeS_2.

Schon HAUY (Traité de Min. 1801. I. p. 230 und II. p. 204) teilt die Kristalle, welche keine Doppelbrechung zeigen, nach ihrer Flächenausbildung in drei Abteilungen: 1. solche, welche auf den Würfel, 2. solche, welche auf das Rhombendodekaeder, 3. solche, welche auf das Oktaeder zurückführbar sind. BRAVAIS deutet die erste Ausbildungsart durch das einfach-, die zweite durch das doppelt-, die dritte durch das vierfachkubische Raumgitter, indem er annahm, daß diejenige Fläche die herrschende sei, in welcher die Dichte des Punktsystems am größten ist. Auch FEDOROW schloß sich dieser Deutung an (vergl. erster Teil, p. 155).

E. MALLARD betrachtet alle Mineralien als pseudoregulär, FEDOROW unterscheidet zwei Typen: den kubischen oder pseudotetragonalen (mit Einschluß aller wirklich regulären und der wirklich tetragonalen Kristalle) und den pseudohexagonalen (mit Einschluß der wirklich hexagonalen im engeren Sinne, aber mit Ausschluß der rhomboedrischen Kristalle); FEDOROW nimmt an, daß ein Mineral um so wahrscheinlicher zur kubischen Syngonie zu rechnen sei, je einfacher seine chemische Zusammensetzung ist. Als der bekannteste Vertreter des hexagonalen Typus gilt der Quarz. Verf. hat indessen aus dem Achsenverhältnis und der Art der Zwillingsverwachsungen den Nachweis geführt, daß nicht nur die beiden anderen Modifikationen des Siliciumdioxyds, Tridymit und Cristobalit, sondern auch der Quarz unzweifelhaft pseudoregulär sind. Eine der vier Oktaedernormalen erhält besonders durch die Art der Aggregierung der homogenen Tridymit- bezw. Quarzinteilchen vor den drei anderen eine bevorzugte Stellung; sie wird Hauptachse. Die Zurückführung des Flächenkomplexes des Quarzes und des Tridymits auf ein rechtwinkliges Achsenkreuz, welches

den Hauptdimensionen (Granatoeder-, Leucitoeder- und Oktaedernormalen) des regulären Oktaeders entspricht, geschieht in viel einfacherer Weise, als die Zurückführung derselben Flächen auf die drei Hauptdimensionen des Würfels. Tridymit, Cristobalit und Quarz müssen daher als pseudoregulär, und zwar speziell als pseudooktaedrisch bezeichnet werden.

Es ist merkwürdig, daß alle Autoren, welche bisher die optische Drehung oder das Beugungsbild von Röntgenstrahlen bei Quarzplatten strukturtheoretisch zu erklären versuchten, stets — freilich vergebens — die beobachteten Erscheinungen aus dem Sohncke'schen Strukturbilde abzuleiten versuchten; sowohl die schon seit vielen Jahren bekannte reine optische Drehung bei Strahlen senkrecht zur Hauptachse als auch die Beugungserscheinungen bei Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen sprechen entscheidend gegen das Sohncke'sche Strukturbild (vergl. auch J. Beckenkamp, Über die Kristallformen der Kieselsäure SiO_2. Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg vom 9. Januar 1913), ergeben sich aber ungezwungen aus der pseudoregulären Struktur.

Diejenigen Flächen werden bei der Bildung der äußeren Form eines Kristalls begünstigt, welche mindestens zwei bevorzugte Netzlinien enthalten. Bezeichnen wir die Normalenrichtung einer Hexaederfläche mit h, einer Oktaederfläche mit o, einer Granatoederfläche mit g, einer Leucitoederfläche mit l, so enthält jede Würfelfläche zwei Richtungen h und zwei Richtungen g, jede Oktaederfläche drei Richtungen g und drei Richtungen l, jede Granatoederfläche eine Richtung h, eine Richtung g und zwei Richtungen o. Bei der Flächenausbildung kommt aber nach Ansicht des Verf.'s nicht die Punktdichte, d. h. die Kürze des Abstandes in Betracht, mit welchem die Gitterpunkte auf der betreffenden Netzlinie hintereinander folgen, sondern das Verhältnis, in welchem die genannten Punktabstände zu den primären Wirkungsweiten der in Frage kommenden Atome stehen. Je einfacher dieses Verhältnis ist, um so mehr ist die betreffende Netzlinie bevorzugt. Stehen die Wirkungsweiten zweier chemischer Elemente eines Kristalls im Verhältnis $1 : \mathrm{tg}\, 30^0$, so verhalten sich diese Wirkungsweiten wie die Punktabstände eines regulären Gitters in den Richtungen g und l, welche nach Vorigem eine Oktaederfläche bestimmen. Hätte etwa ein Element zwei verschiedene primäre Wirkungsweiten, welche zueinander im Verhältnisse $1 : \mathrm{tg}\, 30^0$ stehen, so wäre für dieses eine holoedrisch reguläre Kristallform mit bevorzugten Oktaederflächen zu erwarten, bei dem Verhältnisse $1 : \frac{1}{2}\sqrt{2}$ mit bevorzugten Oktaederflächen, Rhombendodekaederflächen und Würfelflächen usw. Besteht aber ein fester Körper aus verschiedenartigen Atomen a und b, und steht die Wirkungsweite des Atomes a zu der des Atomes b in dem Verhältnisse $1 : \mathrm{tg}\, 30^0$, dann kommt in die Struktur noch eine singuläre Richtung, die Verbindungslinie der Schwer-

punkte der beiden nächstbenachbarten Atome a und b, die wir als „die Achse des chemischen Moleküls“ bezeichnen wollen. Der Kristall kann auch in diesem Falle eine homogen reguläre Struktur besitzen, wenn diese Achse in gesetzmäßiger Weise zwischen den entsprechenden, bei der regulären Syngonie gleichwertigen Richtungen wechselt. Ist aber das ideale Verhältnis 1 : tg 30^0 der Wirkungsweiten der Atome nicht genau, sondern nur annähernd erfüllt, dann ist der homogene Kristall deformiert regulär, und zwar muß die Deformation mit der Abweichung des wirklichen Verhältnisses der Wirkungsweiten von dem idealen Werte wachsen.

Beim Quarz bilden außer den genannten Hauptdimensionen des Oktaeders auch die sechs Polkanten der hexagonalen Bipyramide infolge der Massenpunktabstände nach diesen Richtungen bevorzugte Richtnngen und bedingen wesentlich den hexagonalen Typus, bei den Mineralien der Calcitreihe verhalten sich in ähnlicher Weise die drei Rhomboederkanten und bedingen den rhomboedrischen Typus, wie im dritten Teil noch ausführlich nachgewiesen werden soll. Dieser Nachweis enthält einen weiteren unverkennbaren Beweis für die pseudoreguläre Struktur des Quarzes und des Calcits.

Es gibt vier Anordnungen der Molekülachsen nach den Normalen von Oktaederflächen, welche einem oktaedrischen bez. hexagonalen Typus zukommen können; sie mögen mit q, t, p und p′ bezeichnet werden. Bei der Anordnung q sind die Achsen aller Moleküle, deren Schwerpunkte der gleichen Oktaederebene angehören, parallel orientiert; ist diese Bedingung für eine Oktaederebene erfüllt, dann ist sie es notwendig auch für die drei anderen Oktaederebenen. — Bei der Anordnung t liegen die Moleküle mit gleich orientierten Achsen auf Netzlinien, welche einer und derselben Oktaedernormalen parallel gehen. Diese Netzlinien machen die eine der vier Oktaedernormalen zur Hauptachse, und bei einem Viertteil der der Hauptachse parallelen Netzlinien geht auch die Achse der zugehörigen Moleküle der Hauptachse parallel. Diese letzteren Netzlinien sind dreizählige Deckachsen. — Bei den Anordnungen p und p′ verteilen sich die vier Orientierungen der Molekülachsen derart gleichmäßig auf die vier Oktaedernormalen, daß die diesen parallelen Netzlinien mit gleich orientierten Molekülachsen ein asymmorphes Achsensystem bilden, d. h. keine gemeinsame Schnittpunkte haben. — Bei der Anordnung p′ liegen die Achsen der parallel orientierten Moleküle parallel zu derjenigen Oktaedernormalen, welcher die Reihe der betreffenden Molekülschwerpunkte parallel geht. Die vier Scharen von Netzlinien mit parallelen Molekülachsen sind dreizählige Deckachsen. — Bei der Anordnung p liegen die Achsen der in der Richtung einer Oktaedernormalen aufeinander folgenden parallel orientierten Moleküle parallel zu einer der drei anderen Oktaeder-

normalen. Die Anordnung p besitzt keine dreizählige Deckachsen.

Die Anordnung q hat für einen (hypothetischen) nicht deformierten Kristall gleiche optische Drehung für Strahlen nach allen Richtungen zur Folge. Eine zu dieser Anordnung hinzutretende Deformation muß natürlich die Symmetrie der für reguläre Körper kugelförmigen „Oberfläche der reinen Drehung" in entsprechender Weise beeinflussen wie die Symmetrie der geometrischen Form der Kristalle. Die Anordnung q liegt unzweifelhaft der Quarzstruktur zugrunde, die Anordnung p wahrscheinlich der Pyritstruktur, die Anordnung t der Tridymitstruktur; die Anordnungen p, q, t sind als Stereoskopbilder dem Bande beigegeben.

In der geometrischen Kristallographie des Verf.'s (erster Teil, p. 164) wurde darauf hingewiesen, daß erfahrungsgemäß besonders häufig solche Ebenen oder Achsen als Zwillingselemente auftreten, welche in der holoedrischen Klasse der betreffenden Syngonie Spiegelebenen oder gradzählige Deckachsen sind, und ferner solche Ebenen oder Achsen, bei welchen diese Bedingung nur annähernd erfüllt ist. Strukturtheoretisch entspricht diese Beobachtung der Regel, daß ein Teil der Massenpunkte bei Zwillingskristallen ein über die Zwillingsgrenzen hinausgehendes homogenes Punktsystem, ein „homogenes Teilsystem" bildet, während das Gesamtsystem an jeder Zwillingsgrenze eine Diskontinuität besitzt. Eine solche Diskontinuität gibt sich mechanisch als „Absonderung" zu erkennen, wenn die einzelnen homogenen Teile hinreichend groß sind, um getrennt wahrgenommen zu werden, als „Spaltbarkeit", wenn die einzelnen homogenen Teile submikroskopisch sind.

Liegen die Schwerpunkte zweier gleicher Atome b mit dem Schwerpunkte eines Atomes a auf einer und derselben geraden Linie, und zwar beide Atome b im gleichen Abstande von a, aber auf der entgegengesetzten Seite, dann besitzt das Molekül ab_2 eine bivektorielle Achse. Die Moleküle SiO_2 und FeS_2 können somit bivektorielle Achsen, das Molekül $Na_2J_2O_8 \cdot 6H_2O$ des überjodsauren Natriums und das Molekül $NiSbS$ des Ullmannits können dagegen nur polare Achsen haben. Dementsprechend erscheinen Quarz und Pyrit an den beiden Enden der dreizähligen Achsen in der Regel gleichartig, überjodsaures Natrium und Ullmannit dagegen ungleichartig ausgebildet. Daß auch die trigonalen Achsen von Quarz und Pyrit trotz der an sich bivektoriellen Natur der betreffenden Molekülachsen streng genommen hemimorph sind, wird vom Verf. auf die Deformation infolge der nicht genauen Erfüllung des idealen Verhältnisses der Wirkungsweiten der Atome zurückgeführt. Die Diskontinuität an der Grenze der Zwillinge nach den Nebenachsen beim Quarz und nach den Würfelflächen beim Pyrit ist viel geringer als beim überjodsauren Natrium und beim Ullmannit; daher fehlt diese Zwillingsbildung beim Quarz und

Pyrit nur ausnahmsweise, während beim überjodsauren Natrium und beim Ullmannit die Hemimorphie der trigonalen Achsen auffallender in die Erscheinung tritt.

Die von Bragg für Quarz und Pyrit aus der Beugung von Röntgenstrahlen abgeleiteten Strukturbilder stellen Teilgitter der Anordnungen q und p dar; die von W. H. und W. L. Bragg stillschweigend gemachte Voraussetzung, daß bei der Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen allen Atomen gleicher Art die gleiche Bedeutung bezüglich der Erzeugung von Interferenzflecken zukomme, trifft also nicht zu. Die Punkte des Teilgitters nehmen vielmehr gegenüber den Schwerpunkten der anderen Atome in bezug auf die Wirkung der Röntgenstrahlen eine bevorzugte Stellung ein.

Standen schon die früher von W. H. und W. L. Bragg aus ihren Durchleuchtungsversuchen abgeleiteten Resultate mit den feineren optischen Beobachtungen an den betreffenden Kristallen nicht völlig in Einklang, so versagt das unter der Voraussetzung der Gleichwertigkeit aller gleichartigen Atome abgeleitete Strukturbild beim Quarz gerade bei der wichtigsten Probe auf die Richtigkeit eines Strukturbildes, bei der Erklärung der optischen Drehung.

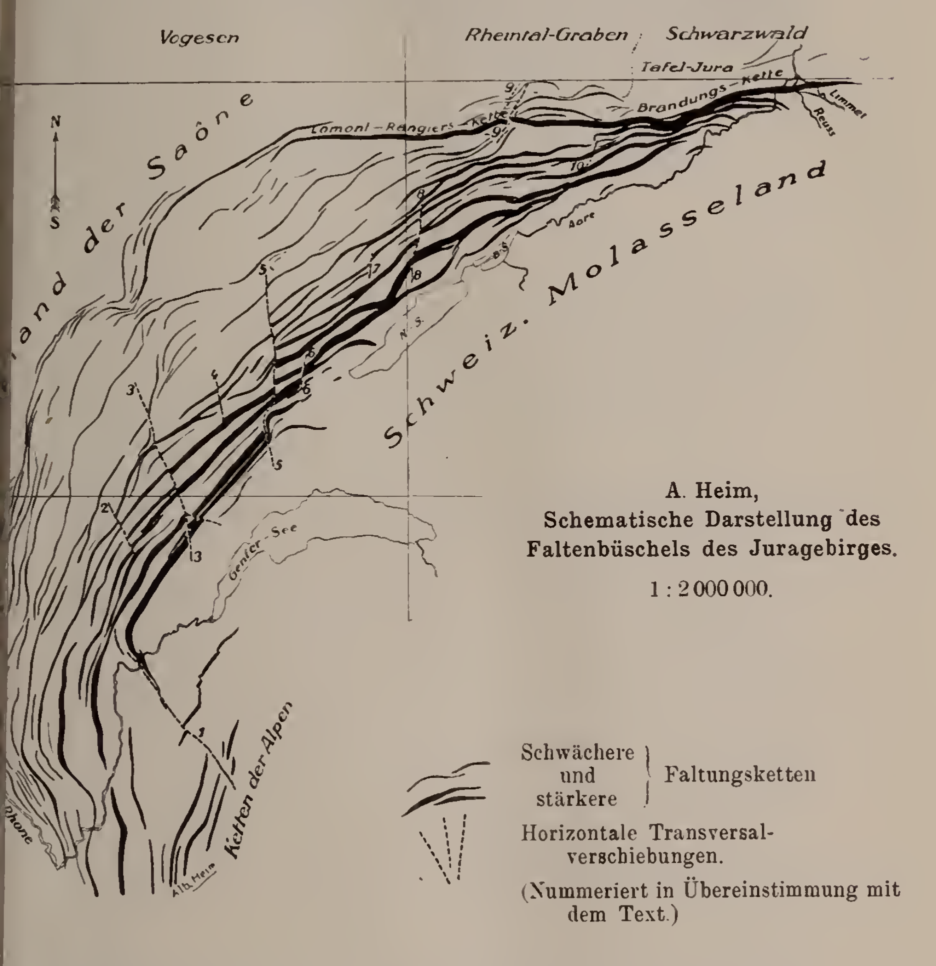
Optische Anomalien kommen durch Abweichung des wahren Verhältnisses der Wirkungsweiten der Atome von dem in Frage kommenden idealen Verhältnisse zustande. Ist der betreffende Unterschied nur gering, dann treten so häufig Zwillingsbildungen ein, daß die optische Anomalie infolge der submikroskopischen Dimension der einzelnen homogenen Teile verschwindet, und das Aggregat optisch homogen erscheint.

Die Beziehungen der primären Wirkungsweiten zu den Gewichten der Atome und die daraus sich ergebende kinetische Theorie der Kristalle sollen in einem späteren Teile behandelt werden. **J. Beckenkamp.**

Albert Heim: Geologische Nachlese. No. 22. Die horizontalen Transversalverschiebungen im Juragebirge. Jahrg. 60 d. Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Gesellsch. in Zürich. 1915. p. 597—610. Mit 1 tekt. Kartenskizze des Juragebirges in 1 : 2 000 000.

Bei Gelegenheit der Arbeiten für eine „Geologie der Schweiz“ hat Verf. an der Hand der Literatur und eigener Beobachtungen sich ein möglichst vollständiges Bild von der Bedeutung der Brüche im Juragebirge zu machen versucht. Dabei hat Verf. bestätigt, was bisher viele Beobachter, der eine da, der andere dort, festgestellt haben: Der Tafeljura östlich des Rheintalgrabens (des unteren Birslaufes) zwischen Rhein und Kettenjura ist von Schwärmen

vorherrschend N—S oder NO—SW laufender echter Verwerfungen (steilen Brüchen mit primär relativer Vertikalverstellung der beiden Flügel, oft paarweise zu Grabenbrüchen geordnet) durchsetzt. Dieselben gehören, wie der Tafeljura überhaupt, zum Schwarzwald. Sie sind in der jüngeren Oligocänzeit und im ältesten Miocän,



A. Heim,
Schematische Darstellung des Faltenbüschels des Juragebirges.
1 : 2 000 000.

jedenfalls prävindobonisch entstanden und werden glatt transgressiv überdeckt vom jüngeren Miocän (Vindobonien). Nur wenige derselben sind postmiocän nochmals etwas „reaktiviert“ worden. Diese Verwerfungen gehen bis an den Nordrand des Kettenjura hinan, sie tauchen mit dem Tafeljura unter die Brandungsketten des Kettenjura hinein. Nirgends aber findet man solche Brüche in der Muschelkalk-Aufbruchszone des Kettenjura oder weiter ein-

wärts in den Kettenzonen. Der Versuch von Steinmann und seinen Schülern, solche Verwerfungen im Innern des Kettenjura zu finden, ist völlig gescheitert. Die Brüche im Innern des Kettenjura sind ganz anderer Natur; sie sind mit wenigen Ausnahmen entweder Faltenbrüche oder Transversalbrüche, die ganz unabhängig von den Brüchen des Tafeljura und viel später erst entstanden sind.

Die Auffaltung des Kettenjura hat dagegen auch das jüngste Miocän mitgefaltet, mitüberschoben, sie ist postsarmatisch und mit ihr gehen zusammen fast alle die Brüche, die wir im Innern des Kettenjura finden. Diese sind keine echten Verwerfungen, sie sind, 1. wenn gleich wie die Ketten streichend, „Faltenverwerfungen", „Überschiebungen", d. h. aus der Übertreibung von Falten hervorgegangene „forcierte Falten"; oder 2. wenn sie die Ketten schneiden, so sind es Transversalbrüche mit horizontaler Verschiebung der beiden Seiten aneinander; oder 3. kleine lokale unregelmäßige Brüche, bedingt durch lokale Ungleichheiten in Schub oder Widerstand.

Zehn, die Ketten tief durchschneidende, horizontale Transversalverschiebungen von auffallend gleichmäßiger Verteilung, harmonischer Divergenz gegen N und einheitlichem Sinn (Ostseite nördlich vorgeschoben) durchsetzen den inneren Teil des Jurafaltenbüschels teilweise oder ganz. Sie sind erst im späteren Teil der Jurafaltung entstanden und aus der Längsstreckung der Ketten bei ihrer weiteren Ausbiegung hervorgegangen, und sie sind unabhängig von den älteren Verwerfungen der nördlichen Gebirge (Vogesen, Schwarzwald, Tafeljura) als eine rein jurassische, postsarmatische Horizontaldislokation aufzufassen.

[Die Transversalverschiebungen des Juragebirges bilden — wie es scheint — die tektonische Fortsetzung der staffelförmig an dem Schweizer Kalkalpenrand aus- und einsetzenden Überschiebungsdecken. Wie besonders Schardt hervorhob, verläuft die Bewegung der Überschiebungen nicht parallel zum Alpenrand, sondern schneidet ihn unter sehr spitzem Winkel. Für den Fall, daß sich zwischen der Entstehung der Transversalverschiebungen und der Decken eine zeitliche Übereinstimmung nachweisen ließe, läge hier eine bemerkenswerte Übereinstimmung vor. Ref.] **Frech.**

Personalia.

Ernannt: Privatdozent Dr. **Hermann L. F. Meyer** in Gießen zum außeretatmäßigen a. o. Professor an der dortigen Universität.

1. Januar 1915 No. 1

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

An die Herren Mitarbeiter.

Hierdurch bitten wir, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt** für **Mineralogie, Geologie** und **Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Max Bauer, Marburg a. L.** (Hessen-Nassau);
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Gesteinsbildende Mineralien, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Topographische Geologie, Stratigraphie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Fr. Frech in Breslau I, Schuhbrücke 38** gelangen lassen zu wollen.

Um den Herren Redakteuren das Durchgehen der Manuskripte zu erleichtern und um Korrekturkosten tunlichst zu vermeiden, bitten wir die Beiträge in gut leserlicher Beschaffenheit — Maschinenschrift würde besonders dankbar begrüßt — einzusenden.

☞ **Korrekturkosten, die das übliche Maß überschreiten, sind wir leider genötigt, den Herrn Verfassern in Anrechnung zu bringen.**

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser :: Stuttgart.

15. Januar 1915 No. 2

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

1. Februar 1915 No. 3

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

15. Februar 1915 No. 4

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech**, in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser
Stuttgart, Johannesstr. 3
Druck von O. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart. Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

1. März 1915 No. 5

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch, in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

15. März 1915 No. 6

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

1. April 1915 No. 7

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter.

Hierdurch bitten wir, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt** für **Mineralogie, Geologie** und **Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Max Bauer, Marburg a. L.** (Hessen-Nassau);
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Gesteinsbildende Mineralien, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43**;
3. **Geologische Karten, Topographische Geologie, Stratigraphie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Fr. Frech in Breslau I, Schuhbrücke 38** gelangen lassen zu wollen.

Um den Herren Redakteuren das Durchgehen der Manuskripte zu erleichtern und um Korrekturkosten tunlichst zu vermeiden, bitten wir die Beiträge in gut leserlicher Beschaffenheit — Maschinenschrift würde besonders dankbar begrüßt — einzusenden.

☞ **Korrekturkosten, die das übliche Maß überschreiten, sind wir leider genötigt, den Herrn Verfassern in Anrechnung zu bringen.**

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser :: Stuttgart.

15. April 1915 No. 8

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

1. Mai 1915 No. 9

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

15. Mai 1915 No. 10

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

---

1. Juni 1915 No. 11

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch, in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

15. Juni 1915 No. 12

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

1. Juli 1915 No. 13

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

15. Juli 1915 No. 14

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, Fr. Frech, Th. Liebisch
in Marburg in Breslau in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

---

1. August 1915 No. 15

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

15. August 1915 No. 16

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von O. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

1. September 1915 No. 17

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

15. September 1915 No. 18

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

1. Oktober 1915 No. 19

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

15. Oktober 1915 No. 20

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

1. November 1915 No. 21

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, Fr. Frech, Th. Liebisch
in Marburg in Breslau in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

15. November 1915 No. 22

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg; Fr. Frech, in Breslau; Th. Liebisch, in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

1. Dezember 1915 No. 23

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

15. Dezember 1915 No. 24

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1915
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Monatlich 2 Nummern. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuchs 15 Mk. pro Jahr
Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

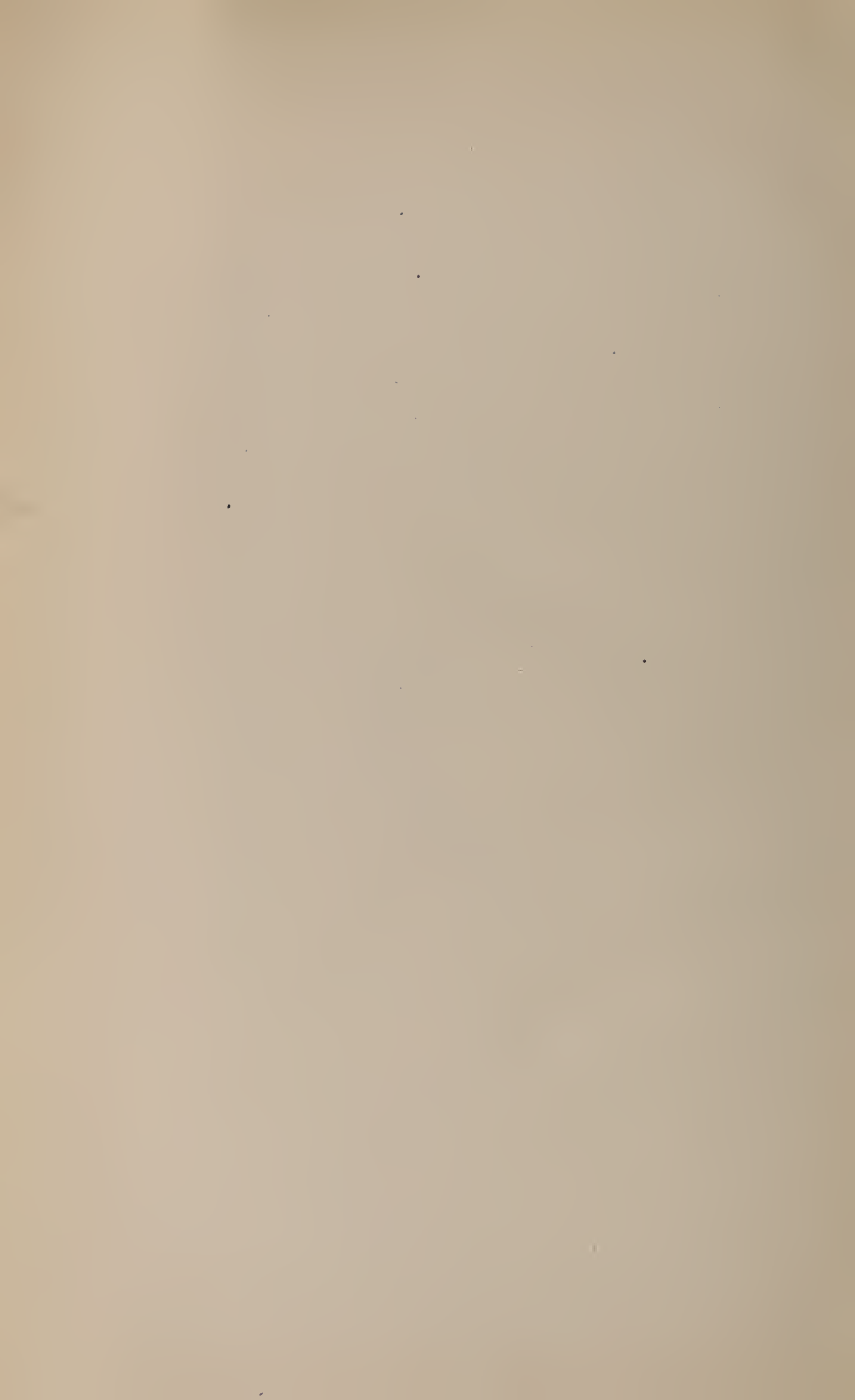
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

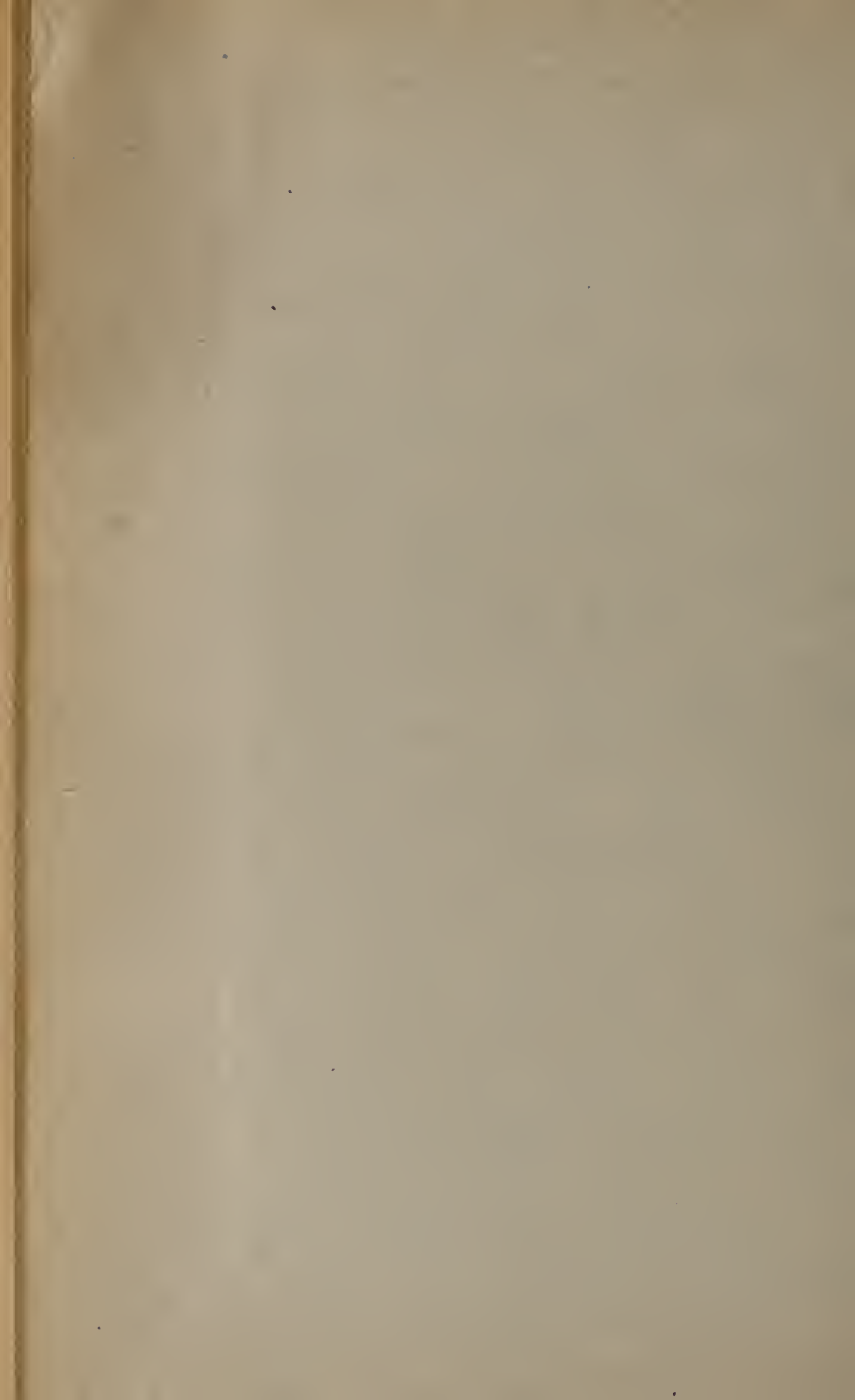
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3

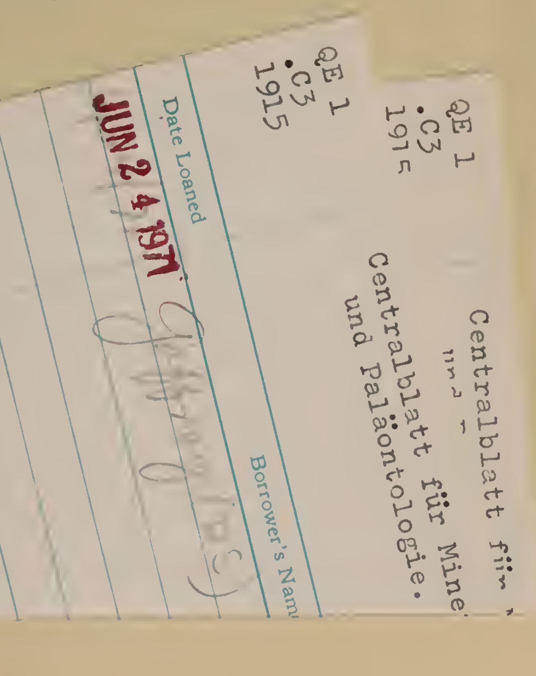
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.










QE 1
.C3
1915
Date Loaned
Borrower's Name
JUN 24 1971
QE 1
.C3
Centralblatt für Mineralogie
und Paläontologie.